

# **Forschungsvorhaben "Europäisches Umweltzeichen für ökologische Bauprodukte" des Umweltbundesamtes**

## **Endbericht**

Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib)  
Universität Karlsruhe (TH)  
Prof. Dr. Niklaus Kohler  
MSc Dipl.-Ing. Oliver Eiermann

Öko-Institut, Institut für angewandte Ökologie e.V.  
Geschäftsstelle Freiburg  
Dr. Dirk Bunke  
Dipl.-Biol. Dietlinde Quack

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH  
Institut für Technische Chemie -Zentralabteilung Technikbedingte Stoffströme  
Dr.-Ing. Udo Jeske  
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)  
Dipl.-Ing. Rolf Möller  
Dipl.-Biol. Hans-Peter Breiter

Fachhochschule Kiel, Fachbereich Bauwesen  
Institut für Baustofftechnologie,  
Prof. Dr. Wolfgang Linden  
Dipl.-Geol. Robert Hinkes



# Inhalt

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>IX</b>
<b>PROJEKT BETREUUNG.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1          ALLGEMEINES.....	1
1.2          UMFELD.....	1
1.3          UMWELTBELASTUNG DURCH ERSTELLEN UND NUTZEN VON BAUWERKEN.....	2
1.3.1      Belastung der äußeren Umwelt.....	2
1.3.2      Innenraumbelastung .....	5
1.4          GANZHEITLICHE SICHT - DAS BAUWERK ALS FOKUS.....	6
1.5          BETRACHTUNGSEBENEN UND DIE ROLLE DES UMWELTZEICHENS .....	8
1.5.1      Bauwerke .....	10
1.5.2      Konstruktion und Bauteil.....	11
1.5.3      Baustoff und Halbzeug .....	12
1.5.4      Bauprodukte.....	13
1.6          BETEILIGTE, INTERESSEN UND ENTSCHEIDUNGEN .....	15
1.6.1      Beteiligte .....	15
1.6.1.1  Phasen des Lebenswegs.....	16
1.6.1.2  Akteursgruppen im Bauwesen .....	17
1.6.1.2.1  Auftraggeber und Nutzende .....	18
1.6.1.2.2  Banken und Investoren .....	19
1.6.1.2.3  Hersteller und Handel .....	19
1.6.1.2.4  Planende, Architekten und Ingenieure .....	19
1.6.1.2.5  Unternehmen und Ausführende.....	20
1.6.1.3  Rahmenbedingungen .....	20
1.6.1.3.1  Staat .....	20
1.6.1.3.2  Zertifizierungsstellen und Prüfinstitute .....	20
1.6.1.3.3  Herstellerverbände .....	21
1.6.2      Interessen .....	21
1.6.2.1  Politische und juristische Interessen.....	21
1.6.2.2  Technische Interessen .....	21
1.6.2.3  Medizinische Interessen .....	22
1.6.2.4  Ökologische Interessen .....	22
1.6.2.5  Ökonomische Interessen .....	23
1.6.2.6  Zusammenfassung.....	23
1.6.3      Entscheidungen.....	24
1.7          STAND DER DISKUSSION.....	24
1.7.1      Geschichte .....	24

1.7.2	Status quo .....	24
1.7.2.1	Europäisches Umweltzeichen .....	25
1.7.2.2	Deutsche Zeichen für Bauprodukte mit Umwelt- oder Gesundheitsbezug .....	25
1.8	RECHTLICHER RAHMEN .....	27
1.8.1	Bauproduktenrichtlinie und CE-Kennzeichen .....	27
1.8.1.1	Elemente der Bauproduktenrichtlinie.....	27
1.8.1.2	Grundlagendokumente.....	27
1.8.1.3	Klassen und Stufen .....	28
1.8.2	EU-Umweltzeichen .....	29
1.8.2.1	Rolle des Umweltzeichens.....	30
1.8.2.2	Europäische Organisation für das Umweltzeichen, EOU.....	30
1.8.2.3	Produktgruppen und Produkte .....	30
1.8.2.4	Umweltaspekte, Kriterien und Ökobilanzen .....	31
1.8.2.5	Rechtsunterschiede.....	32
<b>2.</b>	<b>UMWELTZEICHEN FÜR BAUPRODUKTE.....</b>	<b>35</b>
2.1	ZIELE DES FORSCHUNGSVORHABENS.....	35
2.2	VORSCHLAG FÜR EIN UMWELTZEICHEN FÜR BAUPRODUKTE.....	36
2.2.1	Allgemeine Informationsbereitstellung - das grüne i .....	37
2.2.1.1	Deklaration .....	38
2.2.1.2	Ökologische Bilanzierung .....	39
2.2.1.3	Nachweis eines Umweltmanagementsystems .....	39
2.2.2	Vergleich und Bewertung.....	39
2.2.3	Kennzeichnung.....	40
2.3	ZIELGRUPPEN DES UMWELTZEICHENS.....	43
2.3.1	Indirekter Produktkontakt .....	43
2.3.2	Direkter Produktkontakt .....	43
2.4	LEISTUNGSFÄHIGKEIT UND GRENZEN .....	43
<b>3.</b>	<b>BAUWERKS- UND PRODUKTGRUPPEN-GLIEDERUNGEN.....</b>	<b>45</b>
3.1	ELEMENTGLIEDERUNG UND BAUELEMENTE .....	46
3.2	PRODUKTGLIEDERUNG UND PRODUKTGRUPPEN .....	48
3.2.1	Merkmale .....	48
3.2.2	Funktionale Äquivalenz und übliche Verwendung.....	49
3.2.3	Material .....	50
3.2.4	Produktgruppe und Generisches Produkt.....	50
3.3	BESTEHENDE GLIEDERUNGEN UND SAMMLUNGEN VON BAUPRODUKTEN.....	52
3.3.1.1	Deutsches Institut für Normung.....	52
3.3.1.2	Deutsches Institut für Bautechnik.....	52
3.3.1.3	Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft.....	53
3.3.1.4	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein.....	55
3.3.1.5	European Product Information Co-operation.....	55
3.4	HERANGEZOGENE GLIEDERUNG .....	56

3.5	ZUSAMMENFASSUNG .....	57
<b>4.</b>	<b>PRODUKTGRUPPEN-BIBLIOTHEK.....</b>	<b>59</b>
4.1	GENERISCHE PRODUKTINFORMATION UND GENERISCHES BAUPRODUKT .....	59
4.1.1	Ökologische Deklaration zum generischen Produkt.....	60
4.1.2	Ökologische Bilanzierung .....	65
4.1.2.1	Generische Sachbilanzen zu Bauprodukten .....	65
4.1.2.2	Wirkungskategorien in Ökobilanzen .....	66
4.1.2.3	Abschneidekriterien für Sachbilanzen .....	68
4.1.3	Betrieblicher Umweltschutz.....	69
4.1.4	Generisches Bauprodukt .....	71
4.2	PRODUKTGRUPPEN-FORUM .....	71
4.2.1	Aufgaben und Ziele Forums.....	72
4.2.2	Organisationsmodell und Arbeitsweise des Forums .....	72
4.2.3	Kriterien - Typen .....	73
4.2.4	Problemliste der Produktgruppe.....	73
4.2.5	Inhaltsstoffe und Emissionen der Produkte .....	75
4.2.6	Bewertung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen.....	76
4.2.7	Bewertung globaler Umweltwirkungen .....	79
4.3	TRANSPORTE .....	81
4.3.1	Die Transportstufen rund um den Hersteller.....	82
4.3.1.1	Beispiel Dispersionsklebstoff .....	83
4.3.1.2	Beispiel Transportbeton.....	85
4.3.1.3	Interpretation der Ergebnisse und Schlußfolgerungen.....	87
4.3.2	Transportprozesse in Ökobilanzen.....	87
4.3.2.1	Beispiel Fenster .....	88
4.3.2.2	Beispiel Fußbodenbeläge .....	89
4.3.2.3	Schlußfolgerungen für die Erteilung eines Umweltzeichens .....	91
4.4	BERÜCKSICHTIGUNG DER NUTZUNGSPHASE IM UMWELTZEICHEN FÜR BAUPRODUKTE .....	93
<b>5.</b>	<b>VERFAHREN.....</b>	<b>95</b>
5.1	BETEILIGTE AM UMWELTZEICHEN.....	95
5.1.1	EU-Kommission EOU und competent bodies .....	95
5.1.2	Produktgruppen-Forum.....	95
5.1.3	Beantragende des Umweltzeichens .....	96
5.2	INTERAKTION EOU UND PRODUKTGRUPPEN-FORUM .....	96
5.3	EINRICHTUNG EINES PRODUKTGRUPPEN-FORUMS.....	97
5.4	GESTALTUNG DER INTERNET-SITE.....	99
5.5	ZUSAMMENSTELLUNG DER GENERISCHEN INFORMATION.....	99
5.6	KENNZEICHENVERGABE .....	99
<b>6.</b>	<b>BEISPIELE .....</b>	<b>101</b>
1.1	VERGLEICH AUF PLANUNGSEBENE: DÄMMSTOFFE .....	101

6.1.1	Überblick über Dämmstoff-Produktgruppen.....	102
6.1.1.1	Dämmstoff-Produktgruppen und Produktdeklaration.....	104
6.1.2	Beurteilungskriterien und -indikatoren .....	108
6.1.3	Bewertungsschlüssel zur Dämmstoffbewertung .....	111
6.1.3.1	Gewinnung .....	111
6.1.3.2	Herstellung .....	112
6.1.3.3	Nutzung.....	112
6.1.3.4	Nachnutzung.....	114
6.1.4	Vergleichsmatrix Dämmstoff-Produktgruppen .....	114
6.1.5	Produktgruppe Zellulosedämmstoffe.....	118
6.2	ÖKOBILANZEN FÜR GENERISCHE PRODUKTE: KLEBSTOFFE.....	122
6.2.1	Funktionelle Einheit .....	122
6.2.2	Auswahl der bilanzierten Varianten .....	122
6.2.3	Durchführung einer ersten orientierenden Bilanz.....	123
6.2.4	Ergebnisse der orientierenden Bilanz.....	124
6.3	ARBEIT DES PRODUKTGRUPPEN-FORUMS: PVC-FENSTER.....	126
6.4	VERGLEICH ZUR KENNZEICHENVERGABE: ZIEGEL.....	130
6.4.1	Ökobilanz der Ziegelherstellung.....	130
6.4.2	Vergleich der Ziegel verschiedener Hersteller .....	130
6.4.3	Generisches Produkt .....	132
6.4.4	Vergleich und Vergabe .....	132
<b>7.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>135</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>139</b>
<b>ANHANG A</b>	<b>DATENGRUNDLAGEN FÜR DIE ÖKOBILANZIERUNG VON BAUSTOFFEN.....</b>	<b>151</b>
A.1	DATENBASEN FÜR BAUSTOFFDATEN .....	152
A.1.1	Datenbasis Baustoffdaten - Ökoinventare .....	152
A.1.2	Datenbasis ECOINVENT .....	153
A.1.3	Datenbasis GEMIS .....	154
A.1.4	Datenbasis Steine+Erden-Industrie.....	155
A.1.5	Datenbasis APME zu Polymer-Dispersionen.....	156
A.1.6	Datenbasis UBA Texte 69/98.....	157
A.1.7	Datenbasis Anstrichstoffe im Baubereich .....	158
A.2	ANWENDUNGEN (EDV-PROGRAMME).....	159
A.2.1	ECOPRO (ifib).....	159
A.2.2	BASIS .....	160
A.2.3	LEGOE.....	161
<b>ANHANG B</b>	<b>BEISPIELE FÜR KRITERIEN ZUR ETABLIERUNG DER PROBLEMLISTE IM PRODUKTGRUPPEN-FORUM .....</b>	<b>163</b>
<b>ANHANG C</b>	<b>GISBAU GEWERBEZWEIG.....</b>	<b>165</b>

<b>ANHANG D</b>	<b>BEISPIELE FÜR DIE ANWENDUNG DER EPIC-GLIEDERUNG.....</b>	<b>167</b>
D.1	BEISPIEL FARBEN UND LACKE .....	167
D.2	BEISPIEL INNENTÜR.....	169
D.3	BEISPIEL ZEMENT .....	173

# Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1:	HIERARCHIE DER BETRACHTUNGSEBENEN.....	9
ABBILDUNG 2:	BEGRIFFE UND IHRE ÜBERLAPPUNGSBEREICHE.....	14
ABBILDUNG 3:	AUSSCHNITT LEBENSWEG BAUWERK UND LEBENSWEG PRODUKT.....	15
ABBILDUNG 4:	BETEILIGTE BEI DER BAUWERKSERSTELLUNG.....	16
ABBILDUNG 5:	BETEILIGTE BEI DER BAUWERKSNUTZUNG.....	16
ABBILDUNG 6:	BETEILIGTE BEI UMBAU UND ERNEUERUNGSMAßNAHMEN.....	17
ABBILDUNG 7:	BETEILIGTE BEI DER BAUWERKSENTSORGUNG.....	17
ABBILDUNG 8:	STUFUNG DES UMWELTZEICHENS IN INFORMATIONSBEREITSTELLUNG UND BEWERTUNG.....	36
ABBILDUNG 9:	STUFEN UND TEILE DES UMWELTZEICHENS.....	37
ABBILDUNG 10:	EUROPÄISCHES UMWELTZEICHEN FÜR BAUPRODUKTE.....	40
ABBILDUNG 11:	BEISPIELE FÜR DIE KENNZEICHNUNG.....	42
ABBILDUNG 12:	PLANUNG UND AUSFÜHRUNG.....	45
ABBILDUNG 13:	BAUELEMENT "AUßENWAND", AUSFÜHRUNG IN PORENBETON MIT UND OHNE WÄRMEDÄMMUNG [BS+E1999].....	47
ABBILDUNG 14:	ÖKOLOGISCHE BILANZIERUNG FÜR AUSGEWÄHLTE KRITERIEN [BS+E 1999].....	47
ABBILDUNG 15:	ANTEIL DER PRODUKTGRUPPEN AN DER PRIMÄRENERGIE (NICHT ERNEUERBAR) DER DREI VARIANTEN.....	48
ABBILDUNG 16:	GLIEDERUNG MIT HILFE VON MERKMALEN.....	49
ABBILDUNG 17:	PRODUKTFAMILIEN, PRODUKTGRUPPEN UND GENERISCHE BAUPRODUKTE.....	51
ABBILDUNG 18:	EPIC-GLIEDERUNG UND PRODUKTGRUPPEN.....	56
ABBILDUNG 19:	PRODUKTGRUPPEN-BIBLIOTHEK.....	59
ABBILDUNG 20:	BILANZRAUM "HERSTELLWERK" MIT INPUT- UND OUTPUT-STRÖMEN.....	60
ABBILDUNG 21:	MEHRSTRIKTIGES VORGEHEN BEI DER FESTSTELLUNG DER ZU BERÜCKSICHTIGENDEN STOFFE.....	69
ABBILDUNG 22:	SCHWERPUNKTE STOFFE, ANLAGEN UND PERSONEN EINES BETRIEBLICHEN UMWELT- INFORMATION-SYSTEMS [BUIS 2000].....	70
ABBILDUNG 23:	PROBLEMLISTE ZUR PRODUKTGRUPPE.....	74
ABBILDUNG 24:	SCHEMA ZUR BEWERTUNG VON KREBSERZEUGENDEN VOC-EMISSIONEN AUS FUßBODENBELÄGEN [ECA 18 1997].....	79
ABBILDUNG 25:	VERGLEICHE INNERHALB EINER PRODUKTGRUPPE.....	80
ABBILDUNG 26:	BETEILIGTE AM PRODUKTGRUPPEN-FORUM.....	95
ABBILDUNG 27:	INTERAKTION EOU UND PRODUKTGRUPPEN-FORUM.....	97
ABBILDUNG 28:	MASTERSERVER UND PRODUKTGRUPPEN-SERVER.....	98
ABBILDUNG 29:	INTERAKTION IM VERGABEVERFAHREN.....	99
ABBILDUNG 30:	ABLAUFSCHHEMA VERGABEVERFAHREN.....	100
ABBILDUNG 31:	ENERGETISCHE AMORTISATION VON DÄMMSTOFFEN [RANFT 1996].....	110
ABBILDUNG 32:	BILANZNETZ DER HERSTELLUNG VON POLYMETHYLMETHACRYLATKLEBSTOFF.....	124
ABBILDUNG 33:	PRIMÄRENERGIEBEDARF DER ZIEGELHERSTELLUNG NACH [BRUCK 1996].....	131
ABBILDUNG 34:	TREIBHAUSPOTENTIAL DER ZIEGELHERSTELLUNG NACH [BRUCK 1996].....	131
ABBILDUNG 35:	VERSAUERUNGSPOTENTIAL DER ZIEGELHERSTELLUNG NACH [BRUCK 1996].....	131
ABBILDUNG 36:	RELATIVES ERGEBNIS ALLER 12 WERKE IM VERGLEICH ZUM GENERISCHEN PRODUKT (100%).....	133
ABBILDUNG 37 :	INFORMATIONSFLOß UND ENTSCHEIDUNGEN BEI DER PLANUNG VON BAUWERKEN UND DER VERGABE VON UMWELTZEICHEN.....	137
ABBILDUNG 38:	EPIC-GLIEDERUNG: L: PRODUKTE ZUR VERBESSERUNG UND REPARATUR.....	167
ABBILDUNG 39:	ERWEITERTE EPIC-GLIEDERUNG: FARBEN UND LACKE.....	168
ABBILDUNG 40:	FUNKTIONSBESCHREIBUNG EINES DISPERSIONS-NATURHARZANSTRICHES [DATA BAUM].....	168
ABBILDUNG 41:	FERTIGE TÜR ALS BAUPRODUKT.....	169
ABBILDUNG 42:	ELEMENTE DER FERTIGEN TÜR ALS BAUPRODUKTE.....	169
ABBILDUNG 43:	EPIC-GLIEDERUNG: C: ZUGANGS- / SPERR-PRODUKTE.....	170
ABBILDUNG 44:	ERWEITERTE EPIC-GLIEDERUNG.....	172
ABBILDUNG 45:	FEINGLIEDERUNG DER FUNKTIONEN SCHALLSCHUTZ UND LICHTDURCHLÄSSIGKEIT.....	172
ABBILDUNG 46:	ERWEITERTE EPIC-GLIEDERUNG ZEMENT.....	174



# Tabellenverzeichnis

TABELLE 1:	INSGESAMT AUSGELÖSTE PRIMÄRENERGIESTRÖME UND EMISSIONEN AUSGEWÄHLTER LUFTSCHADSTOFFE FÜR DAS JAHR 1991 IN DEUTSCHLAND [ENQ 1999].	3
TABELLE 2:	DURCH DEN HOCHBAU UND AUSBAU 1991 INSGESAMT AUSGELÖSTE NMVOC-EMISSIONEN, ALTE UND NEUE BUNDESLÄNDER [ENQ 1999].	3
TABELLE 3:	ENDENERGIEN FÜR HEIZUNG (KLIMABEREINIGT, OHNE HILFSENERGIEN) IM JAHR 1988 BZW. 1989 IN PJ.	4
TABELLE 4:	ZUSAMMENFASSENDE VERGLEICH DER DURCH DIE HEIZUNG VON GEBÄUDEN (1989, TEILWEISE 1988) UND DURCH DEN HOCHBAU UND AUSBAU (1991) INSGESAMT AUSGELÖSTEN LUFTSCHADSTOFFEMISSIONEN [ENQ 1999]	4
TABELLE 5:	ANZAHL DER VERBINDUNGEN IN STOFFGRUPPEN, DIE BIS 1990 AUFGRUND ALS BAUSTOFFEMISSIONEN (BSE) ODER INNENRAUMLUFTBESTANDTEILE (IRL) IDENTIFIZIERT WURDEN [SCHRIEVER 1991].	5
TABELLE 6:	INTERESSENGRUPPEN UND DEREN HAUPTZIELE	18
TABELLE 7:	PRODUKTGRUPPEN DES EUROPÄISCHEN UMWELTZEICHENS.	25
TABELLE 8:	NATIONALE ZEICHEN FÜR BAUPRODUKTE.	26
TABELLE 9:	ELEMENTE DER BAUPRODUKTENRICHTLINIE.	27
TABELLE 10:	GRUNDLAGENDOKUMENTE ZUR BAUPRODUKTENRICHTLINIE.	28
TABELLE 11:	KOSTEN DES EU-UMWELTZEICHENS UND VERWENDUNG DER EINKÜNFEN.	29
TABELLE 12:	UNTERSCHIEDE ZWISCHEN GELTENDEM RECHT UND DEM ÄNDERUNGSVORSCHLAG.	33
TABELLE 13:	GRAD DER KRITERIENERFÜLLUNG.	41
TABELLE 14:	ELEMENTVARIANTEN DER AUßENWAND MIT IHREN PRODUKTGRUPPEN.	51
TABELLE 15:	GISBAU-GEWERBEZWEIGE.	54
TABELLE 16:	PRODUKTGRUPPEN DES SIA.	55
TABELLE 17:	HÖCHSTE GLIEDERUNGSEBENEN DER EPIC-GLIEDERUNG.	56
TABELLE 18:	VERBINDUNGSKLASSEN MIT DEN ENTSPRECHENDEN ZIELWERTEN [SEIFERT 1990].	77
TABELLE 19:	ANTEIL DER TRANSPORTEN FÜR 1 KG TRANSPORTIERTEN DISPERSIONSKLEBSTOFF.	84
TABELLE 20:	ANTEIL DER TRANSPORTEN FÜR 1 KG TRANSPORTIERTEN TRANSPORTBETON.	86
TABELLE 21:	WIRKUNGSABSCHÄTZUNG FÜR DISPERSIONSKLEBSTOFF UND TRANSPORTBETON.	87
TABELLE 22:	WIRKUNGSABSCHÄTZUNG FÜR GÜTER IM SPEDITIONS- UND WERKSVERKEHR.	87
TABELLE 23:	BILANZERGEBNISSE EINES HOLZ- UND EINES PVC-FENSTERS UND DER TRANSPORTANTEIL.	89
TABELLE 24:	TRANSPORTPROZESSE DES LINOLEUMBELAGS.	89
TABELLE 25:	TRANSPORTPROZESSE DES PVC-BELAGS.	90
TABELLE 26:	BILANZERGEBNISSE EINES LINOLEUM- UND EINES PVC-BODENBELAGS.	90
TABELLE 27:	ABSOLUTWERTE DER TRANSPORTBEDINGTEN UMWELTBELASTUNGEN.	92
TABELLE 28:	ENTWICKLUNG UND STRUKTUR DES DÄMMSTOFFABSATZES IN 1000 m <sup>3</sup> [EICKE 1998], EIGENE ERGÄNZUNGEN FÜR 1997.	103
TABELLE 29:	MARKTANTEIL DER "NEUEN DÄMMSTOFFE" (HEUTIGER UND GESCHÄTZTER ZUKÜNFTIGER GESAMTMARKT) [EICKE 1998].	103
TABELLE 30:	ANWENDUNGSTYPEN FÜR WÄRMEDÄMMSTOFFE AN WÄNDEN UND FASSADEN [SCHOLZ 1999]	104
TABELLE 31:	WESENTLICHE DÄMMSTOFF-PRODUKTGRUPPEN.	105
TABELLE 32:	WÄRMETECHNISCHE DATEN UND FEUCHTEREGULIERUNGSFÄHIGKEIT VON DÄMMSTOFF-PRODUKTGRUPPEN.	106
TABELLE 33:	VORAUSSETZUNGEN ZUR BAUAUFSICHTLICHEN ZULASSUNG VON DÄMMSTOFFEN.	107
TABELLE 34:	BEI ALLEN DÄMMSTOFFEN ZU ABSOLVIERENDES PRÜFRASTER.	107
TABELLE 35:	WEITERGEHENDE PRÜFUNGEN FÜR "ÖKOLOGISCH ORIENTIERTE EIGENSCHAFTEN".	108
TABELLE 36:	BEURTEILUNGSKRITERIEN FÜR DÄMMSTOFFE.	110
TABELLE 37:	PHOTOOXIDANTENBILDUNG UND VERSÄUERUNGSPOTENTIAL BEI DER HERSTELLUNG VON DÄMMSTOFFEN.	111
TABELLE 38:	RESSOURCENBEANSPRUCHUNG	111
TABELLE 39:	PRIMÄRENERGIEBEDARF ZUR HERSTELLUNG	112
TABELLE 40:	VERMEIDUNG VON TRANSPORTKILOMETERN	112
TABELLE 41:	RECHENWERT DER WÄRMELEITFÄHIGKEIT (ALTERNATIVE 1).	112
TABELLE 42:	MATERIALINTENSITÄT : (WUPPERTAL-INSTITUT) (ALTERNATIVE 2).	112
TABELLE 43:	ENERGETISCHE AMORTISATION (ALTERNATIVE 3).	113
TABELLE 44:	DAUERHAFTIGKEIT	113
TABELLE 45:	BRANDVERHALTEN	113
TABELLE 46:	PREISWERTE ANSCHAFFUNG	113

TABELLE 47:	DEMONTIERBARKEIT / RECYKLIERBARKEIT .....	114
TABELLE 48:	BEISPIELHAFTE ERMITTLUNG EINER GESAMTKENNZAHLE ZUM VERGLEICH VON DÄMMSTOFF- PRODUKTGRUPPEN .....	115
TABELLE 49:	ÖKOLOGISCHE GESAMTZAHL UND ÖKOLOGISCHER RANG DER DÄMMSTOFFPRODUKTGRUPPEN (ZEILEN 1, 2, 3, 4, 6, 10 AUS TABELLE 48). ....	116
TABELLE 50:	ÖKOLOGISCHE GESAMTZAHL UND TECHNISCHER RANG DER DÄMMSTOFFPRODUKTGRUPPEN (ZEILEN 5, 7, 8 AUS TABELLE 48). ....	116
TABELLE 51:	GESAMTZAHL UND ÖKONOMISCHER RANG DER DÄMMSTOFF-PRODUKTGRUPPEN (ZEILE 9 AUS TABELLE 48). ....	117
TABELLE 52:	PRODUKTGRUPPEN AUF DEN ERSTEN VIER ÖKOLOGISCHEN RÄNGEN. ....	117
TABELLE 53:	PRODUKTGRUPPEN AUF DEN ERSTEN VIER RÄNGEN NACH DER GESAMTKENNZAHLE. ....	117
TABELLE 54:	VERGLEICH DER RANGFOLGE DER DÄMMSTOFFPRODUKTGRUPPEN NACH ENERGETISCHER AMORTISATION UND ÖKOLOGISCHER GESAMTKENNZAHLE. ....	117
TABELLE 55 :	TECHNISCHE PARAMETER VON ZELLULOSEDÄMMPRODUKTEN. ....	119
TABELLE 56:	ZUSATZSTOFFE IN ZELLULOSEDÄMMPRODUKTEN. ....	120
TABELLE 57:	ERGEBNISSE DER WIRKUNGSABSCHÄTZUNG. ....	124
TABELLE 58:	VARIANTE 1: POLYMETHYLMETHACRYLATKLEBSTOFF. ....	125
TABELLE 59:	VARIANTE 2: EPOXIDHARZKLEBSTOFF. ....	125
TABELLE 60:	VARIANTE 3: METHYLMETHACRYLATKLEBSTOFF. ....	125
TABELLE 61:	PROBLEMLISTE DER PRODUKTGRUPPE PVC-FENSTER UND STAND DER FIKTIVEN PRODUKTGRUPPENDISKUSSION. ....	127
TABELLE 62:	GENERISCHES PRODUKT "MAUERZIEGEL". ....	132
TABELLE 63:	GISBAU GEWERBEZWEIG "MALEN / LACKIEREN / BESCHICHTEN". ....	165
TABELLE 64:	FUNKTIONEN, ZUGEHÖRIGE KLASSEN UND DEREN KENNZIFFERN. ....	171
TABELLE 65:	FUNKTIONEN EINER ZIMMERTÜR. ....	173

## Projektbetreuung

Die Bearbeitung des Forschungsvorhabens wurde vom Umweltbundesamt und von einem Beirat in kritischer Diskussion begleitet. In Beiratssitzungen wurden die erarbeiteten Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Aufgrund dieser Diskussionen wurden manche Lösungsansätze verworfen und dafür andere gefunden.

Projektbegleitung am Umweltbundesamt:

---

Dr. Hans-H. Eggers	Umweltbundesamt Seecktstraße 6-10 13581 Berlin
--------------------	--

---

Die Mitglieder des Beirats sind:

---

Dipl.-Ing. Holger König	Ascona GbR Gesellschaft für ökologische Projekte Wacholderweg 1 82194 Gröbenzell
-------------------------	--

---

---

Dipl.-Phys. Harry Lehmann	Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH Döppersberg 19 42109 Wuppertal
---------------------------	---

---

---

Prof. Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf	Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Universität Karlsruhe 76128 Karlsruhe
-----------------------------------	--

---

---

Dipl.-Ing. Holger Ortleb	Bundesverband Steine und Erden e.V. Friedrich-Ebert-Anlage 38 60325 Frankfurt am Main
--------------------------	---

---

---

Dr. rer. nat. Martin Schneider Vertretung teilweise durch Dr. Bruno Hauer	Verein Deutscher Zementwerke e.V. Tannenstraße 2 40476 Düsseldorf
---	---

---

---

Dr.-Ing. Siegfried Wagner	Arbeitsgemeinschaft umweltverträgliches Bauprodukt e.V. Garatshausener Straße 15 81479 München
---------------------------	---

---

In den Beiratssitzungen herrschte nicht immer Konsens über die Ziele des Projekts und die vorgestellten Zwischenergebnisse. Dieser Abschlußbericht nimmt die Kernaussagen und Kritik auf und integriert sie soweit möglich in das erarbeitete Konzept.

Von den Erstellern der Studie aufgenommene Kernaussagen der Beiratsmitglieder

Dipl.-Ing. Holger König	Planung und Planungsvarianten funktionieren nur mit Bauelementen, denen ökologische Daten hinterlegt sind.
Dipl.-Phys. Harry Lehmann	Ein Umweltzeichen ist eine Kennzeichnung der Bereitschaft der Hersteller zur Kommunikation über die Umweltleistungen seines Produkts mit dem Verbraucher.
Prof. Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf	Produkte mit öffentlich zugänglichen und vorstrukturierten Informationen, die eine Bewertung umwelt- und gesundheitsrelevanter Eigenschaften während jeder Phase des Lebenszyklus erlauben, könnten mit einem "grünen i" gekennzeichnet werden. Das "grüne i" wäre eine Vorstufe und Voraussetzung für die Vergabe des Umweltzeichens
Dipl.-Ing. Holger Ortleb	Der Bundesverband Bau, Steine und Erden vertritt die Auffassung, daß ein Öko-Label (Typ I) für die meisten Bauprodukte nicht zielführend ist. Die Bewertung muß anhand der funktionellen Einheit erfolgen. Gesundheitliche Aspekte sollten von ökobilanziellen getrennt betrachtet werden.
Dr. rer. nat. Martin Schneider	Ökobilanzen sind ein sinnvolles Mittel um Umwelteinwirkungen zu beurteilen.
Vertretung teilweise durch Dr. Bruno Hauer	Vertrauliche Informationen einzelner Hersteller müssen wirksam geschützt werden. Die Vertraulichkeit muß mit dem für Planungsentscheidungen erforderlichen Informationsfluß in Einklang gebracht werden.
Dr.-Ing. Siegfried Wagner	Die Studie zeigt, daß ein Umweltzeichen für Bauprodukte den komplexen Wirkungsbeziehungen zwischen Bauen und Umwelt nicht gerecht werden kann.  Ein Umweltzeichen als Informationsträger für den Planungs- und Bauprozess, d.h. als Hinweis, daß die Daten und Fakten des Bauprodukts verfügbar offengelegt sind, die für einen gesamtheitlichen Bewertungsprozess erforderlich sind, wäre hingegen zielführend und sollte gefördert werden.

# 1. Einleitung

## 1.1 Allgemeines

Nachdem die gesellschaftspolitische Diskussion des Nachhaltigkeitsgedankens auch im Bauwesen Einzug gehalten hatte, wurden die Fragen nach dem Sinn, der Berechtigung und dem Aussehen eines Umweltzeichens für Bauprodukte neu belebt. Um auf diese Fragen antworten zu können und gleichzeitig ein wissenschaftlich fundiertes Umweltzeichen für Bauprodukte zu schaffen wurde das Forschungsvorhaben "Europäisches Umweltzeichen für ökologische Bauprodukte" vom Umweltbundesamt vergeben.

## 1.2 Umfeld

Eine Kennzeichnung von Produkten soll bei der ökologischen Produktauswahl eine Entscheidungshilfe sein.

Beim Versuch der Kennzeichnung von Bauprodukten mit einem Umweltzeichen fallen im Vergleich zu anderen Konsum- und Verbrauchsgütern einige Unterschiede auf.

1. Der Lebensweg von Konsum- und Verbrauchsgütern ist in der Regel eindeutig bilanzierbar. Der Lebensweg von Bauprodukten ist nicht eindeutig vorherbestimmt, weil sie unterschiedlich eingesetzt werden können oder weil sich während eines langen Lebenswegs Technologien ändern können.
2. Bei alltäglichen Konsum- und Verbrauchsgütern sind die Käufer des Produkts normalerweise auch die Nutzenden, d.h. die Anzahl der Beteiligten an der Nutzung ist relativ klein (i.d.R. 1). Während des Lebenswegs von Bauwerken sind unterschiedliche Akteure beteiligt, so daß sich Entscheidungsprozesse und deren Auswirkungen auf unterschiedliche Personen oder Personengruppen verteilen.
3. Alltägliche Konsum- und Verbrauchsgüter wirken normalerweise auf einen Nutzenden ein, der sich entscheiden kann, ob diese Einwirkung gewünscht ist oder nicht. Bauprodukte wirken auf eine erheblich größere Personengruppe ein, die sich der Wirkung der im Bauwerk eingebauten Produkte auch nicht immer entziehen kann. Als anschauliches Beispiel läßt sich hier das Feld der Innenraumluftproblematik anführen.
4. Die Einteilung von Konsum- und Verbrauchsgütern in Produktgruppen ist gewöhnlich aufgrund ihrer eindeutigen Verwendung und des damit eindeutig bilanzierbaren Lebenswegs ohne weiteres möglich. Die Klassifizierung von Bauprodukten stellt sich als komplexeres Problem dar.
5. Konsum- und Verbrauchsgüter sind in der Regel Endprodukte, die nicht mehr weiterverarbeitet werden und direkt genutzt werden können. Bauprodukte werden zur Herstellung von größeren Einheiten (Bauteile, Bauwerksteile, Bauwerke) verwendet. Dies führt zu der Frage nach der Basis und der Betrachtungsebene für den Vergleich von Bauprodukten.

In der vorliegenden Studie werden diese Fragen detailliert angesprochen, diskutiert und mögliche Lösungswege aufgezeigt.

## 1.3 Umweltbelastung durch Erstellen und Nutzen von Bauwerken

### 1.3.1 Belastung der äußeren Umwelt

Die durch die Bautätigkeit und die Nutzung von Bauwerken ausgelösten Stoff- und Energieströme und die damit verbundenen Umweltbelastungen wurden in einer Studie für die Enquete-Kommission des 13. Dt. Bundestages ermittelt [ENQ 1999].

In den Bereichen "Bauen und Wohnen" fielen 1991<sup>1</sup> ca. 20% der insgesamt durch die deutsche Volkswirtschaft ausgelösten Stoffströme an. Berücksichtigt man die gesamte Bautätigkeit, also zusätzlich auch den Tiefbau, so beträgt der Anteil ca. 40%, das sind etwa 750 Mio. Tonnen. Die Gesamtmasse des Gebäudebestands betrug 1991 ca. 10 Mrd. Tonnen.

Weiterhin ist festzuhalten, daß für die Bautätigkeiten insgesamt (Hoch-, Tief- und Ausbau) der überwiegende Anteil der Ressourcenentnahme an mineralischen Rohstoffen im Inland erfolgt (1990 im früheren Bundesgebiet etwa 80 %). An biotischen Rohstoffen wurden 1991 vom Hoch- und Ausbau 16 Mio. t in Anspruch genommen.

Die Menge an Abfällen aus dem Abriß von alten Gebäuden bzw. Gebäudeteilen (Bauschutt) beträgt insgesamt ungefähr 30 Millionen Tonnen. Dabei handelt es sich um die mineralischen Anteile aus den alten Gebäuden - also nicht um alte Fenster, Türen, metallische Rohre und ähnliches.

Diese Zahl ist mit einigen Unsicherheiten behaftet. Zum einen wurden bei den Erhebungen Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten nicht erfaßt. Der hierdurch möglicherweise entstehende Fehler wurde auf ungefähr 20 % geschätzt. Zum anderen sind alle diejenigen Mengen nicht erfaßt, die von den Abbruchunternehmen in firmeneigenen (mobilen) Verwertungsanlagen weiterbehandelt und verwertet wurden. Der Anteil dieser Mengen dürfte aber nur bei einigen Prozent liegen.

Etwa 5 % der insgesamt von der deutschen Volkswirtschaft benötigten Primärenergiemenge entfiel 1991 auf die Tätigkeiten "Hochbau" und "Ausbau" mit ihren Vorprodukten. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen hatte dieser Teil der Bauwirtschaft einen Anteil von 5,7 % an den insgesamt durch die deutsche Volkswirtschaft ausgelösten CO<sub>2</sub>-Emissionen (inkl. der Vorleistungen im Ausland). Beim SO<sub>2</sub> betrug dieser Anteil 6,2 %, beim NO<sub>x</sub> 7 %, beim Staub 7,4 %, beim CO 4,4 %, beim CH<sub>4</sub> 2,4 % und bei den Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen 21 %. Mit Ausnahme der Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe sind diese Anteile deutlich geringer als der Anteil am Ressourcenverbrauch aller wirtschaftlichen Tätigkeiten. Dieser Anteil beläuft sich auf 17 %, bezogen auf die Summe aus mineralischen und biotischen Rohstoffen, oder 15 % unter Einschluß auch der energetischen Rohstoffe.

---

<sup>1</sup> Mittlerweile liegen die Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes für die Wirtschaftsbereiche für das Jahr 1995 vor. Zur Zeit der Studie konnten nur die Daten für 1991 ausgewertet werden. Eine Aktualisierung der Studie ist notwendig.

Durch die Bautätigkeit wird also das Stofflager "Gebäudebestand" als potentielle Entsorgungsaufgabe für zukünftige Generationen permanent weiter erhöht.

Vom anfallenden Bauschutt werden derzeit etwa 30 % verwertet. Selbst eine vollständige Verwertung würde wegen der im Vergleich zum Ressourcenverbrauch geringen Abfallmengen nicht entscheidend zur Verminderung des Ressourcenverbrauchs beitragen. Allerdings liefert die Verwertung einen wesentlichen Beitrag zur Streckung der Deponiekapazitäten.

Tabelle 1 enthält die insgesamt ausgelösten Primärenergieströme und Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe für das Jahr 1991 in Deutschland.

	ausgelöst durch Hochbau und Ausbau	ausgelöst durch die deutsche Volkswirtschaft insgesamt	Anteil Hochbau und Ausbau
Energie ( $10^{15}$ J)	976	19.520	5,0 %
CO <sub>2</sub> (1000 t)	68.021	1.199.173	5,7 %
SO <sub>2</sub> (t)	356.916	5.775.656	6,2 %
NO <sub>x</sub> (t)	253.696	3.594.226	7,1 %
Staub (t)	110.697	1.493.607	7,4 %
CO (t)	436.111	10.015.144	4,4 %
CH <sub>4</sub> (t)	174.283	7.302.569	2,4 %
NMVOC (t)	519.500	2.437.806	21,3 %

**Tabelle 1: Insgesamt ausgelöste Primärenergieströme und Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe für das Jahr 1991 in Deutschland [ENQ 1999].**

Die Emissionen von Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffen (NMVOC) haben als Hauptursachen die Verwendung von Lösungsmitteln und die Verdunstung von Kraftstoffen. Eine genauere Aufschlüsselung auf die Herkunftsbereiche kann Tabelle 2 entnommen werden.

Emissionsauslösende Aktivitäten	NMVOC in t	Anteil in %
Emissionen im Hochbau und Ausbau	460976	88,7
<b>Bezug von Gütern</b>	<b>45075</b>	<b>8,7</b>
– Steine- und Erden-Industrie	15925	3,1
– Metalle, Metallerzeugnisse	5414	1,0
– Holz und Holzwaren	4075	0,8
– Chemische Erzeugnisse	3930	0,8
– Kunststoffherzeugnisse	2463	0,5
– Feinkeramik	1324	0,3
– Glas	608	0,1
– Sonstige Güter (inkl. bezogene Energieträger)	11336	2,2
<b>Bezug von Dienstleistungen</b>	<b>13449</b>	<b>2,6</b>
– Verkehrsdienstleistungen	4032	0,8
– Sonstige Dienstleistungen	9417	1,8
<b>Insgesamt</b>	<b>519500</b>	<b>100,0</b>

**Tabelle 2: Durch den Hochbau und Ausbau 1991 insgesamt ausgelöste NMVOC-Emissionen, alte und neue Bundesländer [ENQ 1999].**

Der überwiegende Teil der durch den Hochbau und Ausbau ausgelösten NMVOC-Emissionen wird innerhalb dieser Bereiche selbst emittiert (Prozeßemissionen im Ausbau-gewerbe). Nur etwa 10 % der kumulierten NMVOC-Emissionen entstehen bei Vorleistungen. Der Anteil der NMVOC-Emissionen an den Gesamtemissionen für die Bundesrepublik Deutschland betrug 1991 etwa 21 %. Dieser Wert liegt erheblich höher als bei den bisher betrachteten, überwiegend energiebedingten Schadstoffen.

Die NMVOC-Emissionen stellen demnach einen besonders zu beachtenden Bereich der durch den Bausektor ausgelösten Umweltbelastungen dar, auch wenn in Rechnung gestellt wird, daß die produzierte Lösemittelmenge seit 1991 weiter zurückgegangen ist.

Die Nutzung der Gebäude (Heizung) verursacht einen ca. 3-fach höheren Energieverbrauch als deren Erstellung, Sanierung und Renovierung. Keinesfalls folgt daraus zugleich, daß alle Luftschadstoffemissionen der Nutzungsphase (Heizung) dazu im selben Maße proportional sind. Dies gilt insbesondere nicht für die Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe, NO<sub>x</sub> und Staub. Hier kommen erhebliche größere Anteile aus dem Hochbau und Ausbau.

Energie-Verbrauchswerte für das Beheizen von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden (Kleinverbrauch) sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer	Quelle
Wohngebäude Heizung	1574	426	[Kohlmetz 1994]
Nichtwohngebäude Heizung	629	365	[Geiger 1994]

**Tabelle 3: Endenergien für Heizung (klimabereinigt, ohne Hilfsenergien) im Jahr 1988 bzw. 1989 in PJ.**

Einen zusammenfassenden Vergleich der durch die Heizung von Gebäuden (1989, teilweise 1988) und durch den Hochbau und Ausbau (1991) insgesamt ausgelösten Luftschadstoffemissionen zeigt Tabelle 4.

	Mill. t CO <sub>2</sub>	Tsd. t SO <sub>2</sub>	Tsd. t NO <sub>x</sub>	Tsd. t Staub	Tsd. t CO	Tsd. t CH <sub>4</sub>	Tsd. t NMVOC
Heizung	259	535	216	194	2876	579	168
Hochbau und Ausbau	68	357	254	111	436	174	520

**Tabelle 4: Zusammenfassender Vergleich der durch die Heizung von Gebäuden (1989, teilweise 1988) und durch den Hochbau und Ausbau (1991) insgesamt ausgelösten Luftschadstoffemissionen [ENQ 1999]**

Die Anteile von "Hochbau und Ausbau" an den gesamten Emissionen für die Erstellung und Nutzung von Gebäuden betragen:

- 21 % für CO<sub>2</sub>: Dieser Wert entspricht in etwa dem Anteil von Hoch- und Ausbau am Gesamtprimärenergieverbrauch für die Erstellung und Nutzung von Gebäuden.
- 40 % für SO<sub>2</sub>: Dieser relativ hohe Wert bedeutet, daß schwefelhaltigere Energieträger verstärkt für die Herstellung von Baustoffen eingesetzt werden. Zu den Zahlen für SO<sub>2</sub> ist ergänzend anzumerken, daß der überwiegende Anteil der Emissionen, sowohl für "Heizung" als auch für "Bauen", in den neuen Bundesländern erfolgt.
- 54 % für NO<sub>x</sub>: Dieser hohe Anteil ist u.a. dadurch zu erklären, daß für die Herstellung von Baustoffen Prozesse notwendig sind, die bei hohen Temperaturen ablaufen; eine weitere Einflußgröße könnte im Kraftstoffbedarf für den Transport und für die Verarbeitung der Baustoffe (mit höheren spezifischen Emissionsfaktoren) liegen.



- 36 % für Staub: Hierfür dürften vor allem die Prozeßemissionen bei der Erzeugung von Baustoffen maßgeblich sein.
- 13 % für CO: Dieser Wert kommt im wesentlichen dadurch zustande, daß die Braunkohlenheizungen in den neuen Bundesländern sehr hohe CO-Emissionen erzeugen (88 % der Emissionen für Heizung).
- 23 % für Methan: Dies entspricht in etwa dem Primärenergieanteil.
- 76 % für Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe: Dieser Wert ergibt sich vor allem durch die Emissionen beim Bauen (Ausbaugewerbe) selbst.

Aus diesen Zahlenrelationen wird deutlich, daß die Bedeutung des "Bauens" im Bereich der Erstellung und Nutzung von Gebäuden für die unterschiedlichen Schadstoffe im erheblichen Maße differiert. Nur für CO<sub>2</sub> und Methan ergibt sich dabei ein etwa gleicher großer Anteil des "Bauens" an den Gesamtemissionen, wie sie aus dem Anteil des Bauens am gesamten Primärenergieverbrauch zu erwarten wäre. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, gesonderte Schadstoffberechnungen für einzelne Schadstoffe und getrennt nach Herstellungs- und Nutzungsphase durchzuführen.

### 1.3.2 Innenraumbelastung

Über die Emissionen aus Baustoffen in die Innenräume von Bauwerken liegen seit langem umfangreiche Berichte vor. Tabelle 5 enthält eine Liste organischer Stoffgruppen mit der Anzahl der Verbindungen, die bis 1990 aufgrund als Baustoffemissionen (BSE) oder Innenraumluftbestandteile (IRL) identifiziert wurden.

Verbindungen	Anzahl		
	BSE	IRL	Gesamt
n-Alkane	9	14	23
verzweigte Alkane	7	47	54
Alkene und Cycloalkane	25	38	63
Halogenverbindungen	6	32	38
Alkohole	25	24	49
Ether	7	3	10
Aldehyde	16	16	32
Ketone	19	15	34
Ester	29	14	43
Phenole	7	3	10
Stickstoffverbindungen	14	11	25
Aromaten	15	53	68
Terpene und Terpenabkömmlinge	18	9	27
Heterocyclen	7	5	12
Carbonsäuren	22	2	24
Verschiedene	13	9	22
Summe	239	295	534

**Tabelle 5:** Anzahl der Verbindungen in Stoffgruppen, die bis 1990 aufgrund als Baustoffemissionen (BSE) oder Innenraumluftbestandteile (IRL) identifiziert wurden [Schriever 1991].

In einer European Collaborative Action- Indoor Air Quality & It's Impact On Man (ECA-IAQ) wird seit Anfang der 90er Jahre eine Strategie zur Messung und Begrenzung der Innenraumemissionen durch Produkte, namentlich auch Bauprodukte, erarbeitet. [ECA 10 1994] bis [ECA 12 1993], [ECA 15 1995] bis [ECA 19 1998]. Ein wichtiger Bereich war dabei die Entwicklung geeigneter Kammermeßverfahren als Voraussetzung für die emissionsbezogene Kennzeichnung von Produkten. Dazu haben zwei Ringversuche in 18 Laboratorien aus 10 Europäischen Ländern stattgefunden, zuletzt mit der Messung von VOC-Emissionen aus wasserlöslichem Acryl-Lack. [ECA 13 1993], [ECA 16 1995]. Die Kammermessungen gelten mittlerweile als ausreichend standardisiert. In der weiteren Arbeit der ECA-IAQ wurden die Stoffe, die in Innenräumen mit einem Gesundheitsrisiko verbunden sein können, gesichtet und klassifiziert. Es wurden die Gruppen "VOC mit bekannter oder vermuteter Krebs-erregung beim Menschen", "Reproduktionstoxische VOC", "VOC mit besonderer Giftigkeit auch in sehr kleinen Konzentrationen" (z.B. sensibilisierende Stoffe in Spurenkonzentrationen)<sup>2</sup>, "VOC, die von nationalen oder internationalen Komitees auf ihre Wirkung hin untersucht (assessed) wurden" und "VOC, die in Emissionen vorhanden, aber noch nicht untersucht wurden" (z.B. Texanol<sup>TM</sup> in neuen niedrig emittierenden Produkten) gebildet. Angewendet wurden die entwickelten Methoden sodann zur Ermittlung der VOC-Emissionen aus Bodenbelägen [ECA 18 1997].

Der Bericht enthält einen Ansatz zur toxikologischen Bewertung jeder einzelnen bisher toxikologisch untersuchten flüchtigen organischen Komponente (VOC) im Rahmen eines Vergabekonzepts für ein Kennzeichen und liefert dazu umfangreiche Stofftabellen. Die Bewertung der Emissionen erfolgt nach dem LCI-Konzept<sup>3</sup>, d.h. aufgrund der Festlegung einer niedrigsten Konzentration für den emittierten Stoff, oberhalb der nach bester fachlicher Beurteilung die Emission einen Effekt auf Menschen in Innenräumen haben kann. Hervorgehoben wird, daß die ermittelten LCI-Werte nicht zur Aufstellung von Innenraumluft-Qualitätsrichtlinien gedacht sind.

Parallel zur ECA-IAQ hat der deutsche Koordinierungsausschuß KOA 03 "Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz" des Normenausschusses Bauwesen (NABau) einen "Leitfaden zur Beurteilung von Bauprodukten unter Gesundheitsaspekten" erarbeitet. [NABAU 1999].

Auf diesen Leitfaden und auf das LCI-Konzept wird im weiteren Verlauf der Studie bei der Behandlung der Emissionen aus Baustoffen in das Innere von Bauwerken und deren Einbeziehung in das Vergabeverfahren für ein Umweltzeichen Bezug genommen, siehe Abschnitt 4.2.6.

## 1.4 Ganzheitliche Sicht - das Bauwerk als Fokus

Ein Umweltzeichen für Bauprodukte muß neben der Herstellungsphase den gesamten Lebensweg des Produkts berücksichtigen. Diese Betrachtungsweise ist auch in den Vergaberichtlinien für die Vergabe eines Europäischen Umweltzeichens so vorgesehen [EWG 1992]. Die Tatsache, daß Bauprodukte eine erheblich längere Nutzungsphase haben, als andere Verbrauchsgüter, zwingt zu einer besonderen Betrachtung dieser Nutzungsphase, da die dabei entstehenden Umwelteinwirkungen deutlich höher sein können, als die in der Herstellungsphase entstehenden Umwelteinwirkungen [Sedlbauer 1998].

Bei der Betrachtung des Lebenswegs eines Bauprodukts tritt die Schwierigkeit auf, daß der Lebensweg nach der Herstellungsphase nicht so genau bekannt bzw. vorhersagbar ist, wie der bis zur Herstellung. Es lassen sich zwar Szenarien über die möglichen Verwendungen erstellen, allerdings ist die Bandbreite dieser Prognosen sehr groß und die Aussage daher entsprechend unscharf. Diese Unschärfe resultiert aus der Notwendigkeit Entscheidungen

---

<sup>2</sup> Betont wird, daß die ECA-Arbeitsgruppe bis dahin auf keine Emissionen aus Bodenbelägen gestoßen ist, die solche Chemikalien enthalten.

<sup>3</sup> LCI: lowest level of interest

während der Herstellungsphase des Bauwerks zu treffen, die erst Jahrzehnte später tatsächlich umweltrelevant werden können. Diese Entscheidungen werden unter der Annahme einer optimistischen Entwicklung der zur Behebung oder Vermeidung von Umweltschäden notwendigen Technologie getroffen. Dies führt zu einer Neigung zukünftige mögliche Umweltprobleme nicht mit dem angemessenen Gewicht in die Entscheidungen einfließen zu lassen.

Ein weiterführender Ansatz wird durch die Betrachtung des Bauwerks erreicht, in das die Bauprodukte eingebaut werden. Beim Einbeziehen des kompletten Kontexts des Bauwerks lassen sich die Umweltwirkungen, die mit einem eingebauten Bauprodukt über dessen Lebensweg verbunden sind, besser beurteilen.

Bauwerke dienen der Bedarfserfüllung. Zur Deckung dieses Bedarfs dient der Entwurf und die Realisierung. Dieser Entwurf bestimmt entscheidend die bei der späteren Realisierung und Nutzung ausgelösten Umwelt- und Innenraumbelastungen.

Während Entwurf, Planung und Ausführung ergeben sich die ökologischen (Planungs-) Kennzahlen des Bauwerkes zunächst implizit und müssen im Zuge der Arbeiten transparent gemacht und festgelegt werden, wenn bei der Planung ökologische Aspekte eine Rolle spielen sollen.

Mit fortschreitender Planung erhöht sich zwar der Detaillierungsgrad, aber die Grundbelastung ist zu diesem Zeitpunkt bereits in ihren Grenzen festgeschrieben. Damit erfolgen alle wesentlichen Vorgaben in der Gliederung des Bauwerks von "oben nach unten". Der Bauwerksentwurf konkretisiert die Funktionsanforderungen unter anderem durch die Wahl von Konstruktionen und Bauelementen. In der Vorbereitung der Werkplanung wird die stoffliche Zusammensetzung der Bauelemente festgelegt und führt dann letztendlich weiter zur Produktauswahl (siehe Abbildung 12).

Wenn die Bauverantwortlichen sicherstellen wollen, daß ihre Planung durch die konkrete Produktauswahl nicht wieder ökologisch verschlechtert wird, brauchen sie entsprechende Daten zur ökologischen Leistungsfähigkeit des ausgewählten Bauprodukts und Vergleichsmöglichkeiten.

Mit Bauwerk und Bauprodukt sind die beiden wichtigsten Ebenen benannt, die den Kern bei der Erstellung der Methodik für das Vergabeverfahren für ein Umweltzeichen bilden.

#### Bauwerk

- Annahmen über ökologische Planungskennzahlen
- mittlere, aggregierte Daten für Bauprozesse, Bauteile, Baustoffe

#### Bauprodukt

- einzelner Hersteller
- Auswahl soll Entwurf nicht verschlechtern, sondern Entwurfsannahmen unterstützen.

Während der Planung liegt der Fokus zunächst beim Bauwerk mit seinen Konstruktionen, Bauteilen und Bauprozessen. Dafür müssen mittlere ökologische Planungsdaten bereitgestellt werden. Dies war und ist zur Zeit Gegenstand mehrerer Veröffentlichungen und Projekte [SIA 1995], [OGIP 1996], [KOBEEK 1996], [LEGOE 1999] in denen diese Daten in die Planungsverfahren und -werkzeuge integriert werden.

Es hat sich in diesen Forschungsvorhaben herausgestellt, daß für Bauteile und Bauprozesse Ökobilanzdaten verwendet werden müssen. In diesen und anderen Projekten wurden in den letzten Jahren umfangreiche Erhebungen durchgeführt, um diese Ökobilanzdaten bereitzustellen und in der Entwurfsarbeit verwenden zu können [ESU 1996], [GABI 1996], [GEMIS 1998], [Kohler 1996], [ÖKOINV 1995].

Es handelt sich dabei um aggregierte Daten, welche die mittlere Performance einschließlich der Umweltbelastung von am Markt befindlichen Bauteilen und Bauprodukten beschreiben. Es handelt sich systematisch nicht um die Ökobilanzen von Produkten einzelner Hersteller.

Mit Fortschreiten der Planung verschiebt sich der Fokus auf die Auswahl der konkreten Produkte einzelner Hersteller, mit denen das Bauwerk hergestellt werden soll. Mit der Auswahl (durch die Nachfrage am Markt) werden direkte und indirekte Belastungen ausgelöst, die mit den konkreten Bauprodukten der jeweiligen Herstellenden verbunden sind. Diese Belastungen können von den Entwurfsannahmen abweichen.

Die Bauverantwortlichen können ihre auf den mittleren Daten beruhenden Planungen nur dann sicher realisieren oder möglicherweise sogar noch verbessern, wenn sie Produkte einsetzen können, die nach ökologischen Gesichtspunkten gekennzeichnet sind. Die der Kennzeichnung zugrunde liegende Systematik muß die gleiche sein, wie bei den mittleren Planungsdaten.

Um die Durchgängigkeit, Konsistenz und Verlässlichkeit zu diesem Detaillierungsschritt, der Auswahl von Bauprodukten einzelner Hersteller, sicherzustellen, ist die Verwendung von Ökobilanzdaten auch bei der Produktkennzeichnung sinnvoll und unumgänglich.

Mit diesen Informationen soll den Akteuren am Bauprozess eine begründete und nachvollziehbare Auswahl von Produkten möglich gemacht werden, um ihre ökologischen Zielsetzungen zu realisieren. Hersteller von Bauprodukten, die ein Umweltkennzeichen beantragen, müssen einen entsprechenden Datensatz auf jeden Fall ins Vergabeverfahren einbringen. Davon wird in diesem Bericht ausgegangen.

Die Bedingungen und Voraussetzungen zur Vergabe eines Umweltzeichens unter Berücksichtigung des Lebenswegs eines Bauprodukts im Bauwerk sind an einen bestimmten methodischen und inhaltlichen Kontext gebunden, der im weiteren Verlauf des Berichts dargelegt wird.

Die Tatsache, daß durch den Bauwerksentwurf bereits die meisten Randparameter festgelegt wurden, bedeutet nicht, daß erst nach vollständiger Fertigstellung der Werkplanung das Bauwerk bilanziert werden kann. Bei der Verwendung aktuell für diesen Zweck entwickelter Planungswerkzeuge kann bei der schrittweisen und asynchronen Verfeinerung in unterschiedlichen Bereichen der Planung zu jedem Zeitpunkt eine Aussage über die zu erwartende Umweltbelastung durch das Bauwerk getroffen werden. Das Umweltzeichen stellt hier nur ein Hilfsmittel für den letzten Konkretisierungsschritt (der Produktauswahl) dar. Das Umweltzeichen kann und soll nicht bei der Wahl der Konstruktionsart (z.B. Skelettbau oder Massivbau) oder bei der Materialwahl (Stahl oder Holz) helfen, sondern auf diesem Hintergrund die Entscheidung für ein konkretes Handelsprodukt unter ökologischen Gesichtspunkten erleichtern.

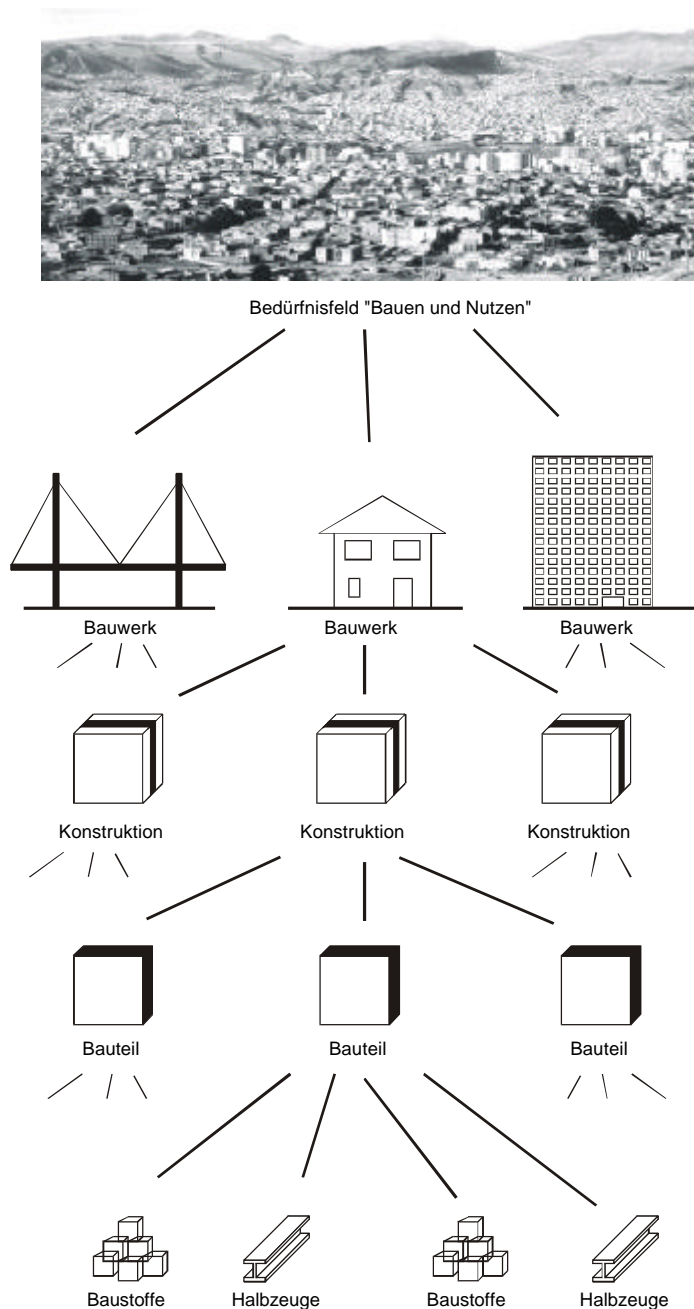
Es ergibt sich bei der Erstellung eines Verfahrens zur Vergabe eines Umweltzeichens für ein Bauprodukt das Paradoxon, daß auf der einen Seite zur Vorbereitung der Entscheidung, ob ein Zeichen vergeben wird oder nicht, sehr detaillierte Datengrundlagen, -ermittlung sowie Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Umweltbelastungen erforderlich sind, die allerdings von den Nutzenden des Umweltzeichens unter Umständen nicht selbst ohne weiteres nachvollzogen werden können. Andererseits ist es wünschenswert, daß ein Umweltzeichen einfach nachvollziehbar ist und Vertrauen in die ökologischen Leistungen des Produkts schafft.

In diesem Spannungsfeld muß das Umweltzeichen positioniert werden und bestehen.

## 1.5 Betrachtungsebenen und die Rolle des Umweltzeichens

Bauwerke, Bauprodukte und Baubeteiligte sind Bestandteile des komplexen Systems Bauwesen. Um die Rolle zu definieren, die ein Umweltzeichen für Bauprodukte in diesem System spielen könnte, werden zunächst einmal die Bestandteile des Systems genauer betrachtet.

Betrachtungsebenen im Bauwesen, die ökologischen Bewertungen zugrunde liegen, reichen von der Mikroebene eines Einzelstoffes über die Ebene einzelner Bauwerke bis zur Makro-Rio-Kyoto-Ebene ganzer Bedürfnisfelder und Stoffströme.



**Abbildung 1: Hierarchie der Betrachtungsebenen.**

Von der Bauwerksplanung bis zur Einzelentscheidung für ein spezifisches Bauprodukt sind die Betrachtungsebenen

- Bedürfnisfeld Bauen und Nutzen
- Bauwerk
- Bauteil bzw. Konstruktion
- Baustoff und Halbzeug

zu berücksichtigen und voneinander abzugrenzen, da sie sich im Detaillierungsgrad unterscheiden.

Auf jeder dieser Ebenen besteht ein spezifisches Potential zur Vermeidung von Umwelt- und Gesundheitsbelastungen. So sind z.B. konstruktionsbezogene Entscheidungen bei der Bauwerksplanung für den Gesamtenergieverbrauch des Bauwerks von entscheidender Bedeutung. Eine nachgelagerte bewußte Entscheidung für energetisch besonders vorteilhafte Einzelprodukte kann bauwerksplanerische Entscheidungen zwar gegebenenfalls stützen, aber hat nur einen vergleichsweise geringen Einfluß auf die Gesamtenergiebilanz des Bauwerks.

Andererseits können auf der Ebene der Einzelprodukte getroffene Entscheidungen in entscheidendem Maß die gesundheitlichen Belastungen der Ausführenden während der Bauphase und der Nutzenden in der Nutzungsphase des Bauwerks bestimmen – ganz unabhängig von der vorgelagerten Bauwerksplanung.

Für die einzelnen Entscheidungsebenen stehen spezifische Bewertungshilfen zur Verfügung. Bei der Bauwerksplanung sind Richtlinien für eine ökologische Bauweise erforderlich und Instrumente, die einen Vergleich verschiedener Produktgruppen untereinander erlauben. Bei der Einzelbauwerksausführung sind Informationen erforderlich, die es erlauben, nach der Entscheidung für eine Produktgruppe (z.B. Parkettfußboden) innerhalb dieser Produktgruppe die ökologisch besonders wenig belastenden Einzelprodukte auszuwählen. Exakt für diese Entscheidung stellt das produktbezogene Umweltzeichen die geeignete Entscheidungshilfe dar.

Die Betrachtungsebenen werden im folgenden näher erläutert. Abbildung 1 zeigt die Hierarchie der verschiedenen Betrachtungsebenen.

### **1.5.1 Bauwerke**

Bauwerke dienen der Bedarfserfüllung eines Bedarfsträgers. Bauwerke sind in aller Regel das Endprodukt des Baustellenbetriebs und der dort erbrachten Bauleistungen vieler Beteiligter. Bauwerke sind immobil. Sie sind im Durchschnitt ausgesprochen langlebig. Bauwerke unterscheiden sich allein schon dadurch von den üblichen Konsum- und Investitionsgütern. Ein Bauwerk setzt sich aus Bauteilen und Konstruktionen zusammen. Bauwerke werden auf Baustellen am Ort ihres Endverbleibs aus Bauelementen und Baustoffen bzw. Baumaterialien errichtet. Ein bedeutender Teil der Bauelemente wird auf der Baustelle hergestellt, da diese Elemente in der Regel schwer zu transportieren sind. Hingegen werden leicht transportierbare Elemente und Baustoffe bzw. Baumaterialien, die selbst einen Fabrikationsaufwand erfordern, in Betrieben hergestellt und als Handelsprodukte auf den Markt gebracht. Als Ausnahme von der Regel sind Fertighäuser und fabrikmäßig vorgefertigte schwere Bauelemente anzuführen. Die Bauelemente werden von unterschiedlichsten Akteuren direkt und indirekt ins Bauwerk eingebracht.

Bauwerke können nicht pauschal verglichen werden. Durch die Einteilung in Bauwerkstypen in denen die Funktion zum Ausdruck kommt, wie Brücken, Wohnhäuser, Theater, Fabrikgebäude, Büros usw., werden sie vergleichsfähig gemacht. Rückt man die Dienstleistung, die Bauwerke erfüllen sollen, ins Zentrum der Betrachtung und definiert ein funktionales Äquivalent dieser Dienstleistung, lassen sich der stoffliche und energetische Aufwand zur Erfüllung dieser Dienstleistung abschätzen und die damit einher gehende Umweltbelastung vergleichen.

Nach allem bisher Gesagten kommen besonders umweltfreundliche Bauwerke als Endprodukte des Bauens grundsätzlich und zuallererst als Träger eines Umweltzeichens in Frage. Gelangen Bauwerke als Immobilien in den Handel, so wird zunehmend auch die Umweltbilanz des Bauwerks zu einem beachteten Verkaufs- bzw. Anlageargument. Die Ausweisung der Umweltleistung ist deshalb Bestandteil der zur Zeit stattfindenden Diskussion über einen Gebäudepaß. Vollständige Bauwerke können im Sinne der Bauproduktenrichtlinie bereits Bauprodukte sein. Diese Betrachtungsweise führt in das Feld der Bauwerkszertifizierung, die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht betrachtet wurde.

Wenn es um die Auszeichnung der Umweltleistungen eines Bauwerks geht, wird hier vorgeschlagen, dafür nicht den Begriff des Bauprodukts zu benutzen und diesen nur für die untergeordneten Elemente des Bauwerks zu verwenden.

Neben der klassischen Unterteilung nach Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus kommt in der Umweltdiskussion einer anderen Unterscheidung weit mehr Bedeutung zu. Es ist dies die Unterscheidung, ob in einem Bauwerk während seiner Nutzung zur Funktionserfüllung in erheblichem Umfang Stoffe und Energie verbraucht werden oder nicht. Insbesondere Heiz- und Kühlenergien können den Anteil der in den Bauwerksmaterialien gespeicherten grauen Energie über die Lebensdauer des Bauwerks hinweg betrachtet, bei weitem übertreffen. Die mit dem Energieeinsatz verbundenen Emissionen fossiler Energieträger sind dann gewöhnlich von größerem Interesse als die graue Energie, wenn Maßnahmen zur Entlastung der Umwelt zu treffen sind. Anders sieht es hingegen bei Bauwerken aus, deren direkter Energieaufwand während der Nutzung vergleichsweise gering ist. Hier kommt es eher auf die bei der Herstellung und Entsorgung auftretenden Umweltlasten an. Des weiteren ist von Interesse, welcher Unterhaltsaufwand nötig ist und welche Umweltfolgen damit verbunden sind. Daneben gibt es bei Bauwerken, in den sich Personen aufhalten, noch das Problem der Gesundheitsverträglichkeit der gewählten Baukonstruktionen und Baustoffe.

Für die Bewertung von Bauprodukten, die in ein Bauwerk eingebaut werden, ist es notwendig, den Kontext des Bauwerks mit zu betrachten. Hierfür gibt es mehrere Gründe. Zum einen ergibt sich aus dem Bauwerksentwurf die Art der verwendeten Materialien bedingt durch die Wahl der Konstruktionsart (eine Stahlbetonkonstruktion lässt sich nicht mit Holz ausführen). Zum zweiten sind die Nutzungsart und das Nutzerverhalten für das spätere Verhalten der in das Bauwerk eingebauten Produkte maßgebend. Des weiteren lassen sich Entscheidungen über Umbau oder Erneuerung nur auf der Betrachtungsstufe Bauwerk treffen, allerdings beeinflussen diese Entscheidungen indirekt wiederum die Wahl der dafür eingesetzten Produkte.

Die Nutzungsphase eines Bauprodukts ist in der Regel erheblich länger als die eines Produkts aus dem Verbrauchsgütersektor. Insbesondere sind die zeitlich wiederkehrenden Prozesse für Erneuerung und Instandhaltung bei der Betrachtung des Lebenswegs mit zu berücksichtigen.

Die Notwendigkeit einer periodischen Erneuerung bei Bauwerken (Instandsetzung und Anpassung an die mittleren Qualitätsanforderungen) kann zwischen 25 und 40 Jahren angenommen werden. Die technologischen Voraussagen für mögliche neue Prozesse bei Erneuerung und Unterhalt können sich auf Grund von neuen Techniken und gesetzlichen Vorschriften ändern. Verfahren, die diese zeitliche Unsicherheit modellieren können, sind in der Entwicklung [LEGOE 1999], [ENQ 1999], [ÖKO 1998]. Da ein Umweltzeichen jedoch zeitlich begrenzt vergeben wird, ist es möglich und auch notwendig, die bei der Bewertung zugrunde gelegten Annahmen von Zeit zu Zeit zu prüfen und eventuell entsprechend zu ändern.

### **1.5.2 Konstruktion und Bauteil**

Die nächste Betrachtungsebene ist etwas stärker detailliert als die Betrachtungsebene Bauwerk. Es handelt sich dabei um die zur Erstellung des Bauwerks eingesetzten Konstruktionen und Bauteile. Eine Konstruktion dient zur Erfüllung einer Teilanforderung des Bauwerks (z.B. Tragfähigkeit, Dichtigkeit, etc.). Diese Wahl der Konstruktionsart beschränkt in der Regel die mögliche Wahl der später eingesetzten Bauprodukte.

Konstruktion	Eine technische Lösung zur Erfüllung einer oder mehrerer Teilanforderungen an das Bauwerk.
--------------	--

Die Betrachtungsebene Konstruktion wird durch Bauteile konkretisiert. In den meisten Fällen ist ein Bauteil aus verschiedenen Materialien zusammengesetzt. Es ist durchaus möglich, daß dieses Bauteil im Handel erhältlich ist, dann handelt es sich bei diesem Bauteil nach der Bauproduktenrichtlinie um ein Bauprodukt. Dies bedeutet, daß auf dieser Betrachtungsebene die ersten Bauprodukte auftauchen (da komplette Bauwerke nicht berücksichtigt werden).

Bauteil	Ein Baustoff, Bauhalbzeug oder Kombinationen daraus, die als bestimmte Einheit ausgebildet sind und in allen Dimensionen festgelegte Größen haben. Bauteile sind z.B. Fenster, Türen, Heizkörper, Treppen, etc.
---------	---

Auf jeden Fall läßt sich sagen, daß ein Bauteil immer aus mindestens einem Bauprodukt besteht. Das folgende Beispiel soll diesen Zusammenhang verdeutlichen:

Eine Innenraumtür besteht aus einem Türblatt, Scharnieren und Beschlägen, Türrahmen und Einbauhilfen sowie einem Lack bzw. Anstrich. Ein solches System läßt sich im Handel erwerben und stellt somit ein Bauprodukt dar. Allerdings lassen sich auch die Einzelkomponenten, die teils Bauteile, teils Baustoffe bzw. Halbzeuge sind, erwerben und stellen deshalb jedes für sich ein Bauprodukt dar (siehe Abbildung 41 und Abbildung 42 im Anhang).

Bauteile und Konstruktionen erfüllen Funktionen innerhalb des Bauwerks, d. h. sie haben eine übliche Verwendung, die zu einer späteren bestimmten Funktionsweise führt (Dichten, Dämmen, Beleuchten, Lüften, etc.).

Bei einfachen Bauteilen ist der Übergang zu Halbzeugen, die sich in der nächst tieferen Betrachtungsebene befinden, fließend. Dieser Unterschied spielt jedoch für die spätere Unterteilung in Produktgruppen keine wesentliche Rolle.

### 1.5.3 Baustoff und Halbzeug

Baustoffe und Halbzeuge sind Bauprodukte, die in der Regel aus nur einem Material bestehen und in ihrer Form bzw. Abmessungen nicht eindeutig sind. Sie bilden die stoffliche Grundlage für alle Massenbaustoffe und die Elemente der höheren Betrachtungsebenen. Beispiele für Halbzeuge sind: Stahlträger, Formstücke, Draht, Teppichboden, Kabel, etc.; Beispiele für Baustoffe sind: Sand, Zement, Beton, Stahl, Kupfer, etc.

Bauhalbzeug	Aus der Verarbeitung von Baustoffen entstandenes Erzeugnis, dessen Abmessungen in seiner weiteren Verwendung in einer oder zwei Richtungen unverändert bleiben. Bauhalbzeuge sind z.B. Profile, nicht abgelängter Baustahl, Kabel, Bretter, etc.
-------------	--



Baustoff	Für das Bauen bestimmter Stoff, dessen Abmessungen für das daraus herzustellende Bauhalbzeug, Bauteil oder Bauwerk nicht maßgebend sind. Baustoffe sind z.B. Zement, Sand, Kies, Wasser, nicht zugeschnittenes Holz, Mauersteine, Farbe, etc.
----------	---

#### 1.5.4 Bauprodukte

Nach der Definition des Begriffs Bauprodukt in der Bauproduktenrichtlinie [BauPG 1992] ist ein Bauprodukt ein Handelsprodukt, das mit dem Zweck hergestellt wird, dauerhaft im Bauwerk zu verbleiben oder das mit dem Erdboden fest verbunden wird.

Handelsprodukte sind Güter und Waren, die im freien Handel erhältlich sind und zum Zwecke des Vertriebs hergestellt wurden.

Gleichzeitig dient dieser Begriff auch als Oberbegriff für Baustoffe, Bauhalbzeuge, Bauteile, Bauwerksteile oder sogar ganze Bauwerke<sup>4</sup>.

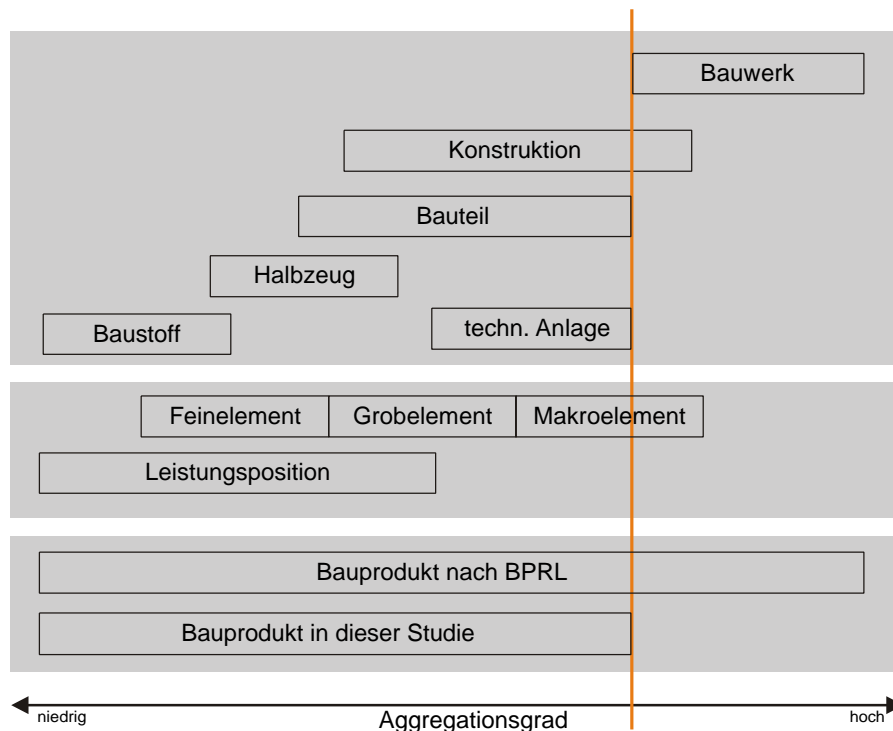
Bauprodukt nach [BauPG 1992]	Bauprodukte sind Baustoffe, Bauteile und Anlagen, die hergestellt werden, um dauerhaft in bauliche Anlagen des Hoch- oder Tiefbaus eingebaut zu werden, aus Baustoffen und Bauteilen vorgefertigte Anlagen, die hergestellt werden, um mit dem Erdboden verbunden zu werden, wie Fertighäuser, Fertiggaragen und Silos.
------------------------------	---

In Anlehnung an [BauPG 1992] wird in dieser Studie aus methodischen Gründen der Begriff des Bauprodukts wie folgt definiert:

Bauprodukt in diesem Bericht verwendet	Bauprodukte sind Handelsprodukte, die auf einer Baustelle zum Einsatz kommen und als Ganzes oder in Teilen dauerhaft in das Bauwerk eingebaut werden.
--	---

Im Unterschied zur Bauproduktenrichtlinie wird hier nicht auf den Herstellungszweck bzw. Verwendungszweck abgehoben, sondern darauf, daß der Einbau auf einer Baustelle das Produkt als Bauprodukt definiert. Bauwerke werden hier nicht zu den Bauprodukten gerechnet. In Abbildung 2 sind die Begriffe und ihre Überlappungsbereiche dargestellt, die mit Bauprodukten in Zusammenhang stehen.

<sup>4</sup> Bauwerke als Bauprodukte siehe Abschnitt 1.5.1.



**Abbildung 2: Begriffe und ihre Überlappungsbereiche.**

Prinzipiell kann jedes Handelsprodukt zum Bauprodukt werden, wenn es zum Einsatz auf einer Baustelle kommt, um dort verarbeitet und in das Bauwerk eingebaut zu werden. Der in der Bauproduktenrichtlinie angesprochene ständige Verbleib scheint den Begriff Bauprodukt enger zu definieren.

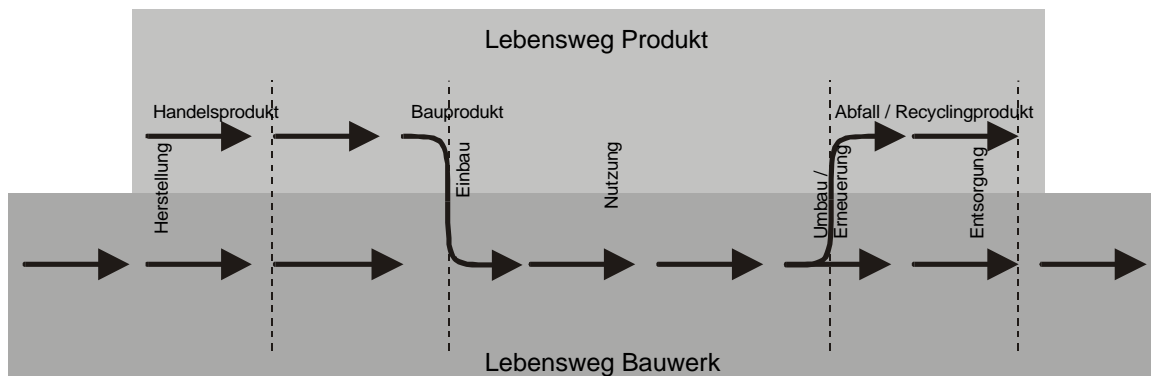
Hierzu ein Beispiel: Beim Auftragen einer klebenden Schicht werden Werkzeuge zum Verteilen des Klebers verwendet (Pinzel, Spachtel, etc.), an denen Reste des Klebers haften bleiben (Verschnitt). Der Kleber wird in einem Behälter (Dose, Eimer, etc.) geliefert. Beim Aushärten entweicht das Lösemittel. Zum ständigen Verbleib im Bauwerk bestimmt ist nur die klebende Schicht. Verpackung, Lösemittel, Verschnitt sind stoffliche Aufwände zur Erzeugung der klebenden Schicht, jedoch sind sie nicht im Bauwerk eingebaut bzw. nicht zum ständigen Verbleib gedacht.

Eine ins Bauwerk fest einzubauende klebende Schicht ist zwar ein Bauprodukt, kann aber nicht als Handelsprodukt im Baustoffhandel erworben werden. Das oben angeführte Beispiel zeigt, daß das Bauprodukt "klebende Schicht" nicht deckungsgleich ist mit dem Handelsprodukt "Kleber" (für diese klebende Schicht). Ein Umweltzeichen kann nur das Handelsprodukt "Kleber" kennzeichnen. Da Produkte, die mit der Absicht hergestellt wurden in ein Bauwerk eingebaut zu werden nach der Bauproduktenrichtlinie auch Bauprodukte sind, gibt es keine Kollision mit der Definition des Bauprodukts<sup>5</sup>. In anderen Fällen kann das Bauprodukt mit dem Handelsprodukt deckungsgleich sein.

Der Übergang vom Handelsprodukt zum Bauprodukt findet deshalb in der hier verwendeten Definition erst auf der Baustelle statt. In Abbildung 3 wird ein Ausschnitt aus dem Lebensweg eines Bauwerks dargestellt. Es wird ein Produkt in das Bauwerk eingebracht, dort genutzt und wieder entfernt.

<sup>5</sup> Die Sichtweise, daß nur die klebende Schicht zum dauerhaften Verbleib bestimmt ist und daher nur diese Schicht das Bauprodukt darstellt entspricht nicht dem beabsichtigten Ansatz der Bauproduktenrichtlinie. Um diese enge Sichtweise nicht zuzulassen wurde in dieser Studie eine leicht modifizierte Definition des Bauprodukts verwendet.

Im alltäglichen Umgang wird dieser Übergang stets mitgedacht, und viele Handelsprodukte werden im Hinblick auf diesen Endzweck bereits als Bauprodukte bezeichnet.



**Abbildung 3: Ausschnitt Lebensweg Bauwerk und Lebensweg Produkt.**

Es finden im Lebensweg eines Produkts mehrere Übergänge zwischen verschiedenen Produktarten statt. Wie schon erläutert, wird aus einem Handelsprodukt durch die Verwendung auf der Baustelle (oder die Absicht es zu verwenden) ein Bauprodukt. Dieses Produkt unterzieht sich dabei einer Veränderung (Abbinden, Trocknen, Aushärten, Befestigen, etc.) Ein weiterer Übergang vollzieht sich beim Entfernen des Produkts aus dem Bauwerk durch Umbau-, Erneuerungs- oder Abrißmaßnahmen. In vielen Fällen wird das Produkt zu Abfall, es kann allerdings auch zu einem Recyclingprodukt weiterverarbeitet oder unter Umständen sogar wiederverwendet werden.

Unter der Nutzungsphase eines Bauprodukts wird die Zeitspanne verstanden, in der das Bauprodukt im eingebauten Zustand genutzt wird.

Mit dem Lebensweg von Bauprodukten sind gewöhnlich Transportprozesse verbunden, die ebenfalls Umweltbelastungen verursachen (siehe Abschnitt 4.3).

## 1.6 Beteiligte, Interessen und Entscheidungen

Es existiert eine Vielzahl von Gruppen mit unterschiedlichen Interessen im Hinblick auf ein Umweltzeichen. Zwei Hauptströmungen sind identifizierbar, deren extreme Pole als "Expansion ohne Rücksicht auf Ökologie" und "Askese als Beitrag zur Bewahrung der Schöpfung" überschrieben werden können. Mit mehr oder weniger großer Neigung zu einem der Pole siedeln sich die Gruppen in diesem Spannungsfeld an. Innerhalb jeder Gruppe spiegelt sich dieses Spannungsfeld ähnlich wieder. Egal ob es sich um Herstellende, Verkäufer, Architekten, Käufer, Mieter oder deren Verbände handelt, verorten sich die einzelnen Mitglieder selbst mehr in Richtung zum einen oder anderen Pol.

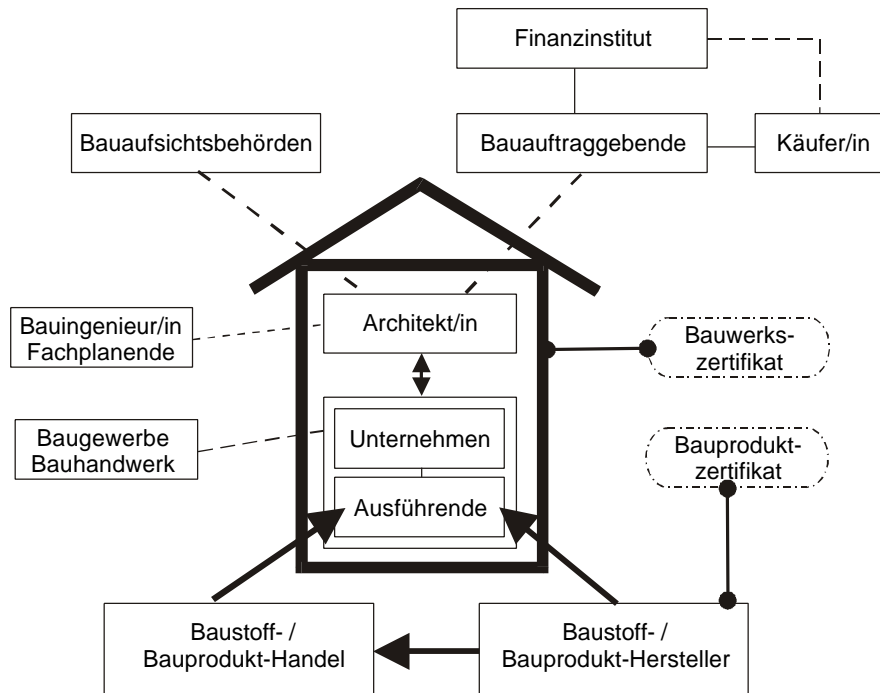
In den Interessengruppen muß ein ausreichender Konsens über die ökologische Leistungsfähigkeit des Umweltzeichens vorhanden sein, sonst kann das Umweltzeichen keinen Beitrag zur Erreichung der angestrebten Umweltziele leisten. Kann dieser Konsens nicht erreicht werden, dann stellt sich die Frage nach dem Sinn und nach der Legitimation eines solchen Zeichens.

### 1.6.1 Beteiligte

Die beteiligten Akteure in den einzelnen Phasen des Lebenswegs eines Bauwerks mit ihren Zielen und Interessen spielen eine große Rolle beim Erreichen der angestrebten Umweltentlastung. Dabei ist jedes Mal zu bedenken, daß die Ziele und Interessen der einzelnen Akteure innerhalb ihrer Gruppe nicht homogen sind, wie bereits dargelegt.

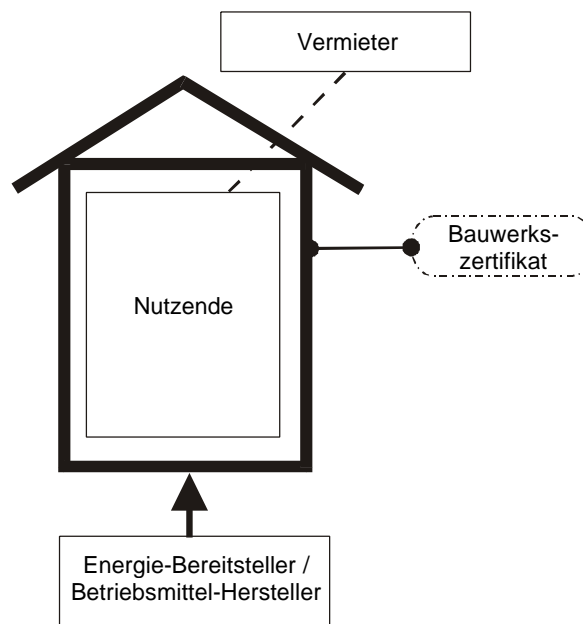
### 1.6.1.1 Phasen des Lebenswegs

In den folgenden Abbildungen (Abbildung 4 bis Abbildung 7) sind die Beziehungen der am Bauwerk Beteiligten in den einzelnen Lebenswegphasen schematisch dargestellt.



**Abbildung 4: Beteiligte bei der Bauwerkserstellung.**

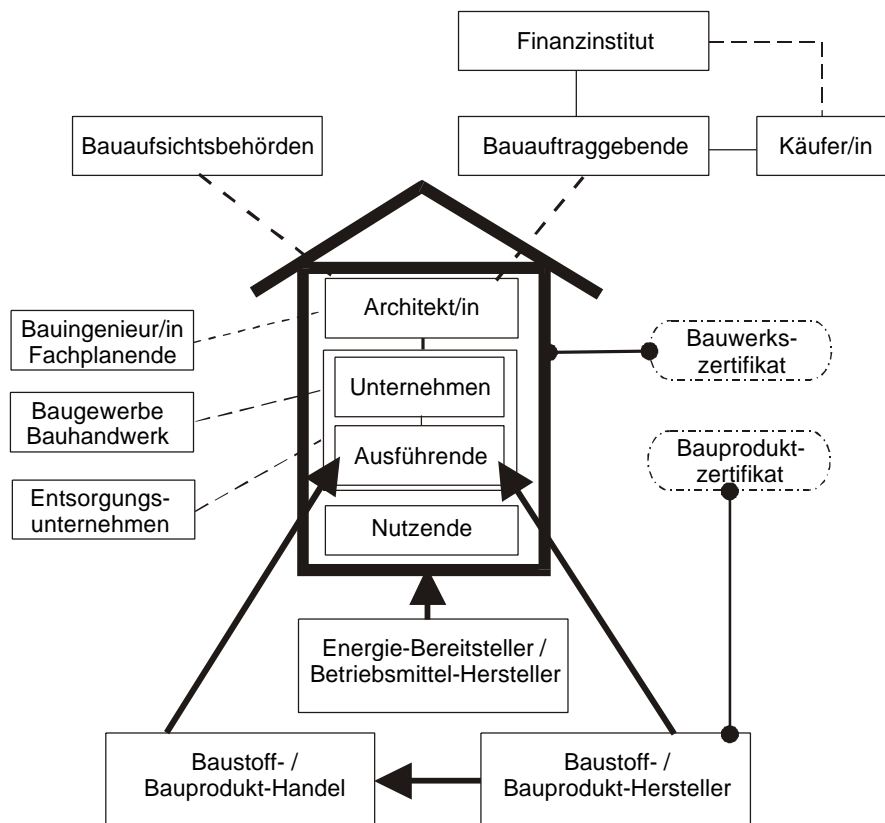
Abbildung 4 zerfällt deutlich in zwei Hälften: eine obere Planungs- und eine untere Ausführungshälfte. Die angedeutete Stellung des Architekten zu ausführendem Unternehmen zeigt auf der einen Seite die relative "Ferne" der Planenden zu den realen Produkten und den unmittelbaren Produktkontakt der Ausführenden ohne Einfluß auf die Planung.



**Abbildung 5: Beteiligte bei der Bauwerksnutzung.**

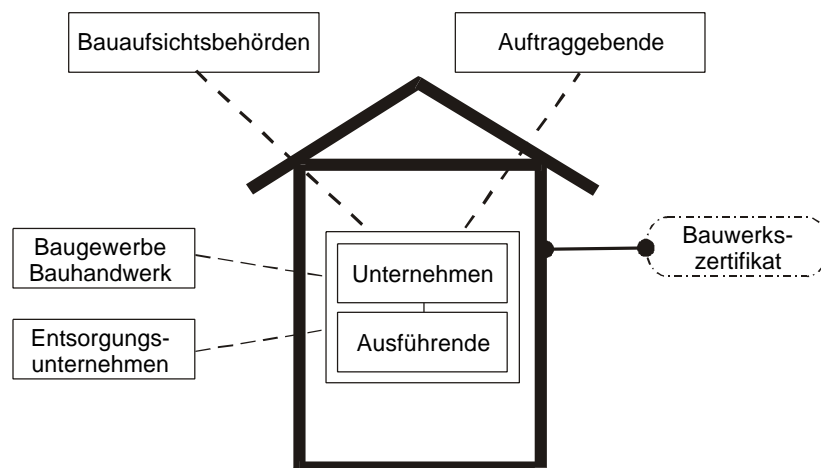
In der Nutzungsphase der Bauwerke dominiert die Anwesenheit der Nutzenden im Bauwerk. Die Nutzungsphase erfordert daher eine gesonderte Betrachtung der Innenräume und möglicher Kontaminationen durch Bauprodukte. Durch die lange Nutzungsphase des Bauwerks

sind Betriebsaufwendungen in ihrer Umweltwirkung nicht zu vernachlässigen, in manchen Fällen sogar dominant, z.B. Heizung im Hochbau.



**Abbildung 6: Beteiligte bei Umbau und Erneuerungsmaßnahmen.**

Umbau und Erneuerungsmaßnahmen können wegen der möglichen Anwesenheit aller am Bau Beteiligten und Betroffenen die komplexeste Lebenswegphase bilden.



**Abbildung 7: Beteiligte bei der Bauwerksentsorgung.**

Relativ einfach nimmt sich die Bauwerksentsorgung im Bezug auf die Beteiligten aus.

#### 1.6.1.2 Akteursgruppen im Bauwesen

In Tabelle 6 sind die Beteiligten, deren Interessen und deren Hauptziel zusammenfassend dargestellt.

Beteiligte	Hauptziel	Interessen
Auftraggeber und Nutzende	Bedarfserfüllung durch Bauwerk	kostengünstig, Unterhaltskosten minimieren gesund umweltschonend
Banken und Investoren	Verzinsung des eingesetzten Kapitals	längerfristige Verkaufbarkeit der Objekte Bauwerkszertifizierung
Hersteller und Handel	Gewinn	Produkt verkaufen am Markt bestehen (evtl. expandieren) Kunde befriedigen
Planende und Architekten	Selbstverwirklichung	durch den Entwurf hervortreten am Markt bestehen Kunde befriedigen
Unternehmen und Ausführende	Arbeiterleichterung	Einkommen Gesundheit am Markt bestehen
Staat	Rahmensetzung (nachhaltige Entwicklung)	Ökonomie und technologische Entwicklung fördern Umwelt- und Gesundheitsschutz sichern kulturelle und soziale Brüche vermeiden
Zertifizierungsstellen und Prüfinstitute	Messungen und Untersuchungen	Gebrauchssicherheit Gebühreneinnahmen Mitwirkung bei der Rahmensetzung
Herstellerverbände	Mainstream stabilisieren	Mitgliederschutz Lobbyarbeit Mitgliederkanalisierung

**Tabelle 6: Interessengruppen und deren Hauptziele**

#### 1.6.1.2.1 Auftraggeber und Nutzende

In dieser Gruppe haben Bauherren und die Bauwerksnutzenden das Hauptinteresse der Bedarfserfüllung durch ein Bauwerk. Dabei ist der Bauherr die vorantreibende Kraft, die auch für die entsprechende Finanzierung zu Sorgen hat. Daher ist die kostengünstige Bedarfsbefriedigung ein weiteres Interesse. Dieses Interesse wird zum Teil von den Nutzenden geteilt, je nachdem, ob sich die Herstellungskosten auch auf die Nutzungskosten (Kosten für Unterhalt, Betrieb und Wartung) auswirken. Die Forderung, ein "gesundes", d.h. nicht schädigendes Bauwerk zu erhalten, ist ein weiteres Interesse der Nutzenden. Da diese Forderung unter Umständen mit höheren Erstellungskosten verbunden ist, liegt dieses Interesse nicht immer im Fokus des Bauherren. Dies gilt insbesondere für Vermietungen, bei denen der Vermieter ein primär ökonomisches Interesse hat, wohingegen der Mieter durch die Nutzung des Bauwerks keine Schäden bzw. Beeinträchtigungen davontragen möchte.

Das umweltschonende Bauen ist in dieser Gruppe nicht das Hauptinteresse, es sei denn, daß durch die Rahmenbedingungen eine Pflicht auferlegt wird oder ein ökonomischer Vorteil mit umweltschonenden Bauweisen verbunden ist. Ein Umweltzeichen als Entscheidungshilfe für ein gesundes und umweltschonendes Bauen wird bisher nur in Pilotprojekten eingesetzt. Im alltäglichen, wie auch oft im öffentlichen Bauen wird eine Umweltkennzeichnung sehr oft dem Preis als Entscheidungsgrundlage untergeordnet.

Diese Gruppe trifft jedoch in der Regel nicht die Entscheidung über das letztendlich eingesetzte Produkt (obwohl diese Gruppe die Kosten dafür trägt). Die Entscheidung für ein konkretes Produkt wird durch die Planenden oder in einigen wenigen Fällen sogar erst durch die Ausführenden getroffen.

#### 1.6.1.2.2 Banken und Investoren

Zu dieser Interessengruppe gehören Banken und Investoren. Diese Gruppe unterliegt den Rahmenbedingungen, ist an einer guten Verzinsung des eingesetzten Kapitals interessiert, arbeitet langfristig und ist daher auch an der langfristigen Verfügbarkeit und Verkaufbarkeit von Bauwerken interessiert. In dem Maß, wie der Markt nach ökologischen Kriterien erstellte Bauwerke verlangt, steigt der Wunsch, ökologische Kennzeichnungen als Beurteilungskriterium für das Bauwerk zu erhalten, mit denen sie ihre Geschäftstätigkeit unterstützen können.

Diese Gruppe hat ein starkes Interesse an der Bauwerkszertifizierung.

#### 1.6.1.2.3 Hersteller und Handel

In dieser Gruppe finden sich die Hersteller von Bauprodukten, Baustoffgroßhändler und Baumärkte wieder. In dieser Gruppe befinden sich traditionelle und dezidiert ökologisch orientierte Unternehmen. Die Ziele dieser Gruppe sind differenziert zu betrachten.

Eine große Gruppe ist nicht ausschließlich, aber doch primär auf die Ökonomie ausgerichtet. Das Hauptziel, Gewinn zu machen, wird durch den Verkauf des Produkts erreicht. Um ein Produkt auch in Zukunft zu verkaufen, muß ein Unternehmen am Markt bestehen oder sogar expandieren. Dieses Ziel läßt sich auf Dauer nur durch die Zufriedenheit des Kunden erreichen. Ökologische Kriterien werden in dem Maß in die Verkaufsstrategie mit einbezogen, wie dies der Markt nachfragt oder der Absatzförderung dient. Ein Umweltzeichen wird von dieser Gruppe anerkannt, wenn sich dadurch ein Wettbewerbsvorteil und eine Erfüllung des Gewinninteresses ergeben. Dabei ist ein Trend erkennbar, anerkannte Umweltverbände als Kronzeugen für die Unbedenklichkeit der "ökologischen" Produkte zu gewinnen. Damit verbunden ist eine Inflation von Umweltkennzeichnungen, deren Qualität unüberschaubar wird und nicht vergleichbar ist. Durch diesen Trend wird das allgemeine Vertrauen in die Leistungsfähigkeit von Umweltkennzeichnungen eher geschwächt.

Eine kleinere Gruppe ist primär auf ökologische Zielsetzungen ausgerichtet, die nur erreicht werden können, wenn diese Gruppe eine zahlungsbereite Kundschaft findet. Zu den Kunden gehört die vorstehend genannte Gruppe der Auftraggeber und Nutzenden. Diese Gruppe hat durch die ökologische Ausrichtung ein originäres Interesse an einer klaren, umfassenden und verlässlichen Kennzeichnung der Produkte und gehört zu den Promotoren eines einheitlichen Umweltzeichens. Da sie dabei strenge Maßstäbe anlegen, die innerhalb der gesamten Gruppe nur begrenzt konsensfähig sind, ist es bisher nicht zu einem einheitlichen Zeichen gekommen. Durch die Schaffung eigener Kennzeichen tragen sie zur "Zeicheninflation" bei.

#### 1.6.1.2.4 Planende, Architekten und Ingenieure

Diese Gruppe ist maßgeblich an der Vorentscheidung zur Auswahl der zu verwendenden Produktgruppen (durch Wahl der Konstruktion, Bauweise, etc.) und zum Großteil an der Wahl des konkreten Einzelprodukts (durch Ausschreibung und Vergabe) beteiligt. Dieser Personenkreis hat die Aufgabe, den Bedarfswunsch des Bauherren durch Planung und Verfeinerung des Entwurfs mittels im Handel erhältlicher Produkte schließlich zu erfüllen. Es läßt sich sagen, daß die Planenden eine Vermittlerrolle zwischen Angebot und Nachfrage spielen.

Durch die Struktur der HOAI sind die Einkünfte der Planenden von der Bausumme abhängig. Daher besteht hier ein Interessenkonflikt zwischen der Rolle als Treuhänder des Bauherrn mit dessen Wunsch möglichst niedriger Kosten und der Rolle als Unternehmer, der mit

höheren Baukosten auch ein höheres Honorar erhält. Dieser Interessenkonflikt bei den Planenden wirkt tendenziell durchaus auch zugunsten teurerer ökologischer Lösungen.

Diese Gruppe hat ein Interesse an Umweltkennzeichnungen, da sie bei rein ökonomischen Interessen durch die Verwendung von Bauprodukten mit Umweltzeichen einen höheren Preis (der auch ihr eigenes Honorar bestimmt) rechtfertigen können, oder bei rein ökologischen Interessen ihnen die ökologische Produktauswahl erleichtert wird. In der Praxis werden wohl beide Gründe eine Rolle spielen.

#### 1.6.1.2.5 Unternehmen und Ausführende

Für die Ausführenden am Bau ist das Hauptziel eine Arbeitserleichterung bei der für ihr Einkommen notwendigen Arbeit zu erlangen. Die Ausführenden sind auf ihre Arbeit und das Bestehen am Markt angewiesen, da sie durch ihre Vergütung für ihre Arbeit ihren Lebensunterhalt bestreiten. Dies ist zwar bei den anderen Interessengruppen nicht wesentlich anders, jedoch ist die Gruppe der Ausführenden direkt dem Produkt ausgesetzt und zwar in einer Phase, in der das Produkt noch nicht im fertigen Zustand eingebaut ist. Daher ist der Gesundheitsschutz ein weiteres wichtiges Interesse dieser Gruppe. Da diese Gruppe nicht an der Auswahl der Produkte vollständig beteiligt ist, ist es notwendig, daß diese Gruppe besonders geschützt werden muß.

#### 1.6.1.3 Rahmenbedingungen

##### 1.6.1.3.1 Staat

Staatliche Stellen haben die Aufgabe die normativen Rahmenbedingungen vorzugeben und deren Einhaltung sicherzustellen. Der Fokus liegt dabei auf der Verantwortung, den Gesellschaftsvertrag mit seinen Bürgern einzuhalten. Daraus erwächst das Dilemma, daß unterschiedliche und oft gegenläufige Einzelinteressen abzuwägen sind. Der Entscheidungsfindungsprozeß ist sehr langwierig und selten endgültig. Die so geschaffenen Rahmenbedingungen müssen stets überprüft werden und den gesellschaftlichen Entwicklungen angepaßt werden.

Ein solcher Anpassungsprozeß zeigt sich sehr deutlich an den zahlreichen Novellierungen der Wärmeschutzverordnung hin zur Entwicklung der Energieeinsparverordnung. Auch die Einführung des Nachhaltigkeitsgedankens in das politische Handeln war ein entscheidender Impuls zur Schaffung neuer Rahmenbedingungen, die sich beispielsweise im Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesens [BMVBW 2000] manifestieren.

##### 1.6.1.3.2 Zertifizierungsstellen und Prüfinstitute

Die Aufgabe von Zertifizierungsstellen und Prüfinstituten besteht in der Prüfung der Bauprodukte auf die Einhaltung von Vorschriften und Normen. Diese Prüfung ist eine vom Staat übertragene hoheitliche Aufgabe. Die Ausführung von Messungen und Untersuchungen sind in der Regel nicht kostenfrei. Daher besteht neben dem Interesse an der Prüfung auch ein finanzielles Interesse bei dieser Gruppe. Dies äußert sich beispielsweise in der Schaffung eigener Kennzeichnungen, die parallel zu den staatlichen existieren. Auch hier führt das ökonomische Teilinteresse zu einer Inflation an umweltrelevanten Kennzeichnungen.

Eine darüber hinausgehende Aufgabe ist die Überprüfung der Rahmenbedingungen für die Prüfungen aufgrund der Fortentwicklung von Wissenschaft und Technik und die Abgabe von Stellungnahmen dazu. Bei der Etablierung neuer Prüfverfahren muß daher sorgfältig abgewägt werden, ob diese Verfahren technisch und ökologisch sinnvoll sind oder ob sie lediglich zur Erfüllung des finanziellen Interesses geschaffen werden.



#### 1.6.1.3.3 Herstellerverbände

Die Herstellerverbände wirken an der Schaffung der Rahmenbedingungen mit. Ein Hauptziel besteht darin, durch die Bündelung der Einzelinteressen ihrer Mitglieder möglichst viel Einfluß auf die für sie günstige Gestaltung der Rahmenbedingungen zu nehmen.

Die jeweiligen Interessen der einzelnen Verbände sind nicht deckungsgleich. Teils unterstützen sie die Fortentwicklung oder Änderung, teils die Manifestierung bestehender Zustände. Da die Mitgliedschaft in einem Verband auf freiwilliger Basis beruht, ist der Einfluß eines Verbands unter Umständen nicht für die gesamte Berufssparte repräsentativ. In der Regel dominieren wenige große Unternehmen aufgrund ihrer finanziellen Macht die Philosophie und das Handeln des Verbands. Dies kann im Hinblick auf ein Umweltzeichen zu einer einseitigen Verschiebung der Bereitschaft führen, eine umweltrelevante Kennzeichnung einzurichten. Insbesondere kleinere, innovative Unternehmen, die sich im Bereich des Umweltschutzes bemühen oder hervortun, sind bereit, sich ökologisch orientierten Verbänden anzuschließen oder solche Verbände zu gründen. Dadurch nehmen sie auch Einfluß auf die ökologischen Standards in den traditionellen Verbänden.

### 1.6.2 Interessen

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Interessen, die mit dem Umweltzeichen in Verbindung stehen, genauer untersucht. Da sich die Ziele der verschiedenen Interessengruppen zum einen Teil überlappen, zum anderen Teil fundamental unterscheiden, werden die einzelnen Interessen hier nochmals behandelt.

#### 1.6.2.1 Politische und juristische Interessen

Seit 1994 ist das Staatsziel Umweltschutz fest im Grundgesetz in Artikel 20a verankert. Ebenso ist in den Verfassungen der Länder ein entsprechender Grundsatz enthalten. Diese Verpflichtung des Staates wird mit verschiedenen Instrumenten umgesetzt. Ein solches Instrument ist die Kennzeichnung von umweltfreundlichen Produkten.

Die Fürsorgepflicht, die der Staat gegenüber seinen Bürgern zur Erhaltung einer intakten Umwelt hat, läßt sich nicht nur durch ein Umweltzeichen erfüllen. Auch die Bürger müssen ihren Teil zum Umweltschutz beitragen. Ein Umweltzeichen kann dazu dienen, den Bürgern ein gestärktes Umweltverständnis näher zu bringen und es ihnen leichter zu machen ihren Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Es besteht ein staatliches Interesse an der Vorbildfunktion, die der Bund und die Länder als Bauherren ausüben. Das vorbildliche Handeln soll auch andere Bauherren zu umweltfreundlichem Handeln anregen.

Damit ein Umweltzeichen auch seine Aufgabe erfüllen kann, muß es in einen juristisch verbindlichen Rahmen eingebettet sein. Da sich die Technik schnell weiterentwickeln kann, wird die rechtliche Verbindlichkeit des Umweltzeichens auf einen bestimmten Zeitraum eingeschränkt, um das Vertrauen in die Kennzeichnung nicht zu schwächen.

#### 1.6.2.2 Technische Interessen

Bei der Planung und Erstellung haben insbesondere die Planenden und die Ausführenden ein starkes Interesse an den technischen Eigenschaften der eingesetzten Bauprodukte. Diese technischen Interessen haben oft eine stärkere Wirkung, als ökologische oder ökonomische Interessen. Dabei gilt zu beachten, daß technisch weniger aufwendige Lösungen oft auch ökologisch und ökonomisch günstiger sind [BMVBW 2000].

Bei der Einteilung in Produktgruppen werden unter anderem bestimmte Eigenschaften der Bauprodukte zugrunde gelegt. Da die Bauprodukte wegen dieser Eigenschaften in dieser Produktgruppe vertreten sind, ist es nicht erforderlich, den Nachweis dieser Eigenschaften zu einem Bewertungskriterium zu machen. Als Beispiel kann hier die Forderung nach Gebrauchstauglichkeit nach [EWG 1988] und [BauPG 1992] dienen. Diese Forderung ist zwar notwendig, jedoch für die Vergabe eines Umweltzeichens nicht hinreichend.

Trotzdem können manche Eigenschaften erheblich über dem Durchschnittsniveau der Produktgruppe liegen. In einem solchen Fall kann eine herausragende technische Eigenschaft durchaus ein positiver Faktor für die Vergabe eines Umweltzeichens sein. Da die Mindestanforderungen an die technischen Eigenschaften eines Bauprodukts durch Normen und Verordnungen geregelt werden, muß ein Umweltzeichen, wenn es technische Aspekte des Bauprodukts berücksichtigt, Produkte auszeichnen, die signifikant über dem technischen Mindestniveau liegen. Wenn sich Produkte innerhalb einer Produktgruppe technisch so stark unterscheiden, muß überprüft werden, ob sie tatsächlich in die gleiche Produktgruppe gehören.

#### 1.6.2.3 Medizinische Interessen

Gesundes Wohnen (oder Nutzen) ist ein Grundbedürfnis derjenigen, die sich in Bauwerken aufhalten. Der Schutz der Gesundheit ist durch verschiedene gesetzliche Regelungen zumindest in den Bereichen abgesichert, in denen Gefährdungen bekannt sind.

Eine unzureichende Behaglichkeit kann auf Dauer bei den Nutzern eines Bauwerks auch zu gesundheitlichen Schädigungen führen. Daher ist das Bedürfnis nach Behaglichkeit dem Gesundheitsschutz sehr ähnlich. Allerdings existieren hier nicht in allen Bereichen die entsprechenden naturwissenschaftlichen und gesetzlichen Grundlagen.

Die bei der Verarbeitung von Bauprodukten möglichen gesundheitlichen Gefährdungen sind in der Gefahrstoffverordnung und den entsprechenden Richtlinien zum Arbeitsschutz geregelt. Auch hier sind lediglich die Gefährdungen behandelt, die zur Zeit bekannt sind.

Es besteht der Wunsch nach einem Zeichen, daß die Sicherheit gibt, ein medizinisch verträgliches Produkt im Rahmen der anerkannten Regeln von Wissenschaft und Technik vorliegen zu haben. Gegenwärtig kann diese Sicherheit nicht immer mit diesen anerkannten Regeln gewährleistet werden, da diese Regeln die Wirkung von Einzelstoffen beschreibbar machen. Speziell im Innenraumbereich auftretende Kombinationen von Stoffen in niedrigen Konzentrationen setzen der Anwendung dieser Regeln Grenzen. Hier kommt nur eine vorsorgliche Minimierungsstrategie in Frage, die sich an sauberer Außenluft orientiert.

#### 1.6.2.4 Ökologische Interessen

Eine Umweltkennzeichnung als umweltpolitisches Instrument soll natürlich in erster Linie für das Handeln unter Umweltschutzaspekten eine Hilfestellung geben. Hier besteht das Hauptinteresse in der Umweltentlastung. Das Ziel der Umweltentlastung kann durch unterschiedliche Strategien erreicht werden:

- Strategie der Sparsamkeit und des schonenden Umgangs mit Ressourcen (Landschafts- und Bodenverbrauch, Pro-Kopf-Verbrauch an klimatisierter bzw. beheizter Nutzfläche)
- Strategie der Nichttoxizität
- Strategie der Emissionsminimierung
- Strategie der vollständigen Rezyklierbarkeit bzw. der Abfallminimierung
- Strategie der regionalen Rohstoffbeschaffung
- Strategie der optimierten Lebensdauer
- Strategie der nachträglichen Erweiterbarkeit
- Strategie der angemessenen Zeitverwendung
- Strategie der Kontinuität und Langfristigkeit
- Strategie der niedrigen Temperaturprozesse

In der Summe dieser Strategien drückt sich ein Vermeidungsansatz aus, der einer bloßen ökologischen Minimierungsstrategie überlegen ist.

Die genannten Strategien sind dabei durchaus auch widersprüchlich, vor allem dann, wenn absolute und relative Ziele aufeinandertreffen. Diese politischen Zielsetzungen können nicht ausschließlich wissenschaftlich objektiv für die Vergabekriterien für ein Umweltzeichen verwendet werden, sondern sind Teil eines Aushandlungsprozesses darüber, was ökologisch und nachhaltig ist. Die gesellschaftspolitische Entscheidung für eine oder mehrere dieser Strategien liefert dann die Grundlage für die Aufstellung konkreter Kriterien für ein Umweltzeichen eines bestimmten Produkts.

Eine Konkretisierung der ökologischen Interessen besteht in dem Wunsch nach dem Nachweis der ökologischen Verträglichkeit eines Bauprodukts. Diese Forderung ist jedoch nicht mit letzter Sicherheit am Einzelprodukt überprüfbar, sondern erst auf der Betrachtungsebene "Bauwerk" bzw. durch Betrachtung des gesamten Lebensweges des Produktes.

Im Zusammenwirken mit anderen Bauprodukten kann ein Produkt andere Umweltwirkungen hervorrufen, als alleine. Darüber hinaus kann ein Produkt im Laufe seines Lebenswegs, nach dem Einbau, während der Nutzung oder bei der Entsorgung bzw. Recycling, unterschiedliche ökologische Qualitäten entwickeln, die es zu ermitteln gilt.

#### 1.6.2.5 Ökonomische Interessen

Jede ökonomisch orientierte Organisation muß in erster Hinsicht den wirtschaftlichen Zwängen des Marktes gerecht werden. Dazu gibt es verschiedene Strategien. Um im Wettbewerb neben anderen Mitbewerbern zu bestehen, läßt sich die Strategie der Profitmaximierung verfolgen. Oft wird dabei versucht die Profitmaximierung durch die Minimierung der Berücksichtigung ökologischer Anforderungen zu erreichen. Diese Strategie ist im heutigen gesellschaftspolitischen Umfeld auf Dauer nicht erfolgreich, wenn sie ausschließlich angewendet wird. Es existiert noch eine andere Art, die Strategie der Profitmaximierung zu verfolgen.

Es hat sich gezeigt, daß Optimierungsvorgänge, die zunächst aus ökologischen Zwängen heraus entstanden sind, auch zu einer Optimierung der innerbetrieblichen Prozesse und damit der innerbetrieblichen Kosten führen können. Daher sind ökologisch motivierte Untersuchungen und Optimierungsprozesse ökonomisch orientierter Organisationen ein weiteres Mittel, um im Wettbewerb zu bestehen.

#### 1.6.2.6 Zusammenfassung

Ein Umweltzeichen für Bauprodukte muß die folgenden Ziele und Aufgaben erreichen bzw. erfüllen:

- Gesundheitsschutz
- Behaglichkeit
- Arbeitsschutz<sup>6</sup>
- Planungshilfsmittel
- Vergleichbarkeit der Gebrauchstauglichkeit
- Umweltentlastung bzw. ökologische Verträglichkeit
- Ressourcenschonung
- Abfallvermeidung

---

<sup>6</sup> Wenn ausreichender Arbeitsschutz unter praktischen Bedingungen nicht gewährleistet werden kann, soll auch kein Umweltzeichen vergeben werden.

- Ökologisch orientierte Wettbewerbsförderung
- Rechtliche Verbindlichkeit
- Mißbrauch des Zeichens berücksichtigen und erschweren

Die Interessen und Ziele der verschiedenen Beteiligten sind oft widersprüchlich. Das Umweltzeichen hat als Ziel die Entlastung der Umwelt und den Schutz der Menschen. Andere Ziele kann und soll das Umweltzeichen nicht verfolgen.

### **1.6.3 Entscheidungen**

Ein Umweltzeichen soll die Entscheidungsfindung bei der ökologischen Produktauswahl erleichtern.

Bei Bauprodukten werden Entscheidungen auf zwei Ebenen getroffen. Einmal wird auf der planerischen Ebene über die Verwendung bestimmter Konstruktionen entschieden, was die Entscheidungsfreiheit bei der Wahl der in Frage kommenden Produkte einschränkt. Auf dieser Ebene wird noch nicht über das konkrete Einzelprodukt entschieden, jedoch über die einzusetzende Produktgruppe. In einer zweiten Entscheidungsebene wird in der Ausführung entweder durch die Planenden oder durch die Ausführenden selbst ein konkretes Bauprodukt gewählt und auf der Baustelle verwendet.

Bereits die Entscheidung für eine im Planungsprozeß zu verwendende Produktgruppe sollte auf der gleichen ökologischen Grundlage erfolgen, wie sie bei der Vergabe von Umweltzeichen herangezogen wird. Dann kann auf der zweiten Entscheidungsebene das Umweltzeichen für das konkrete Einzelprodukt ein ergänzender Beitrag zur Ausführung der ökologisch orientierten Planung sein.

Hier stellt sich auch die Frage nach der Vergleichbarkeit von Umweltzeichen aus benachbarten Produktgruppen, deren Funktionalität vergleichbar scheint. Dies wird im Abschnitt 2.4 "Leistungsfähigkeit" des Umweltzeichens genauer diskutiert.

## **1.7 Stand der Diskussion**

### **1.7.1 Geschichte**

Mit dem Beginn des staatlichen Umweltschutzes mit dem Umweltprogramm von 1971 und der Schaffung des Umweltbundesamtes 1974 war auch der Grundstein für die Schaffung eines Umweltzeichens gelegt.

Das deutsche Umweltzeichen "Blauer Engel" wurde 1977 geschaffen. Mit diesem Zeichen können Produkte gekennzeichnet werden, die im Vergleich zu anderen Produkten mit dem selben Gebrauchszweck als besonders umweltfreundlich bezeichnet werden können.

Europäische Bestrebungen lassen sich bis in das Jahr 1987 zurückverfolgen. Mit der Verordnung (EWG) Nr. 880/92 des Rates vom 23. März 1992 betreffend ein gemeinschaftliches System zur Vergabe eines Umweltzeichens wurde die Basis für ein gemeinsames europäisches Umweltzeichen eingeführt [EWG 1992]. Die Entwicklung des europäischen Umweltzeichens bis zum Jahr 1996 ist in [UBA 1996] dargestellt. Seit März 1997 liegt ein Vorschlag zur Revision der Verordnung [EWG 1992] vor. Dieser Vorschlag wurde der vorliegenden Studie zugrunde gelegt.

### **1.7.2 Status quo**

In Europa existieren verschiedene nationale Umweltzeichen (siehe hierzu [UBA 1996]).

### 1.7.2.1 Europäisches Umweltzeichen

Zur Zeit existieren für die Vergabe des europäischen Umweltzeichens 15 Produktgruppen und neun weitere sind in Planung. In Tabelle 7 sind die existierenden und geplanten Produktgruppen für das europäische Umweltzeichen wiedergegeben (Stand Juli 2000).

Nach den aktuellen Statistiken der WWW-Seite<sup>7</sup> wurden 240 Produkte von 40 Herstellern und 2 Importeuren gekennzeichnet. Diese gekennzeichneten Produkte stammen aus dem Ländern Dänemark, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Niederlande, Portugal und Spanien.

existierende Produktgruppen	geplante Produktgruppen
Waschmaschinen	Oberflächen-Reinigungsmittel
Kühlschränke	Sanitärreiniger
Toilettenpapier und Küchenrollen	Geschirrspülmittel (manuell)
Geschirrspülmaschinen	Reifen
Bodenverbesserer	Möbel
Matratzen	Staubsauger
Innenfarben und -lacke	Fernseher
Schuhe	Keramische Fliesen
Textile Produkte	Touristenunterkünfte
Personal Computer	
Waschmittel	
Geschirrspülmittel (maschinell)	
Kopier- und Druckpapiere	
Lampen	
Tragbare Computer	

**Tabelle 7: Produktgruppen des europäischen Umweltzeichens.**

Diese Sammlung von Produktgruppen ist ohne einen inneren Gliederungszusammenhang erstellt worden. Vielmehr wurden bei Bedarf, d.h. nach den Anfragen entsprechender Hersteller, Produktgruppen definiert und die Vergabekriterien entwickelt. Daher ist diese Sammlung von Produktgruppen rein an praktischen Bedürfnissen orientiert und erhebt keinen Anspruch auf Struktur.

Von diesen 15 Produktgruppen ist eine einzige unbestreitbar eine Bauproduktgruppe (Innenfarben und -lacke)<sup>8</sup>. In dieser Bauproduktgruppe sind 19 Bauprodukthersteller mit Umweltzeichen vertreten. Im Vergleich zur Vielfalt der existierenden Bauproduktgruppen und Hersteller ist dies verschwindend wenig.

### 1.7.2.2 Deutsche Zeichen für Bauprodukte mit Umwelt- oder Gesundheitsbezug

In Deutschland gibt es neben dem "Blauen Engel" noch andere Kennzeichnungen. Diese Zeichen werden nicht nach dem gleichen Vergabeverfahren vergeben, sondern basieren auf individuellen Vergabeverfahren und -kriterien. Einige der Kennzeichnungen sind speziell für eine Produktgruppe gestaltet worden und erheben daher keinen Anspruch auf ein allgemeingültiges Umweltzeichen. Diese Zeichen und ihre Vergabeverfahren können wertvolle Hin-

<sup>7</sup> <http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/award.htm> vom 01.08.2000

<sup>8</sup> drei weitere Produktgruppen von Haushaltsgroßgeräten (Waschmaschinen, Kühlschränke und Geschirrspülmaschinen) haben eine Nähe zum dauerhaften Einbau.

weise und Anregungen für die Gestaltung der entsprechenden europäischen Umweltzeichen geben. In Tabelle 8 sind die Namen und Vergabestellen einiger Zeichen wiedergegeben. In Anhang B sind Kriterien zusammengestellt, die von Vergabestellen angewendet werden.

Zeichen	Vergabestelle	Zeichen
Umweltzeichen "Der Blaue Engel"	RAL in Verbindung mit dem Umweltbundesamt	
Mitgliedszeichen	Arbeitsgemeinschaft umweltverträgliches Bauprodukt.	
ECO-Zertifikat Ökologische Produktprüfung Baubiologisch empfohlen	ECO-Umweltinstitut	
LGA-schadstoffgeprüft	LGA Nürnberg	
Empfohlen vom IBR	Institut für Baubiologie in Rosenheim	
DIN plus	DIN certco Gesellschaft für Konformitätsbewertung	
RAL-Gütesiegel <sup>9</sup>	RAL-Gütegemeinschaften	sehr viele verschiedene
Umweltsiegel des TÜV Süddeutschland	TÜV Süddeutschland	
Toxproof	TÜV Rheinland	
Öko-Tex Standard 100	Institut Hohenstein	
Kork-Logo	Deutscher Korkverband	
Econcert (in Vorbereitung)	Verband deutscher Baustoffhändler	

**Tabelle 8: Nationale Zeichen für Bauprodukte.**

<sup>9</sup> nicht alle Zeichen weisen einen Umwelt- oder Gesundheitsbezug auf.

## 1.8 Rechtlicher Rahmen

In den folgenden Abschnitten wird der Unterschied eines Umweltzeichens zum CE-Kennzeichen nach der Bauproduktenrichtlinie deutlich gemacht. Dazu werden beide Verfahren kurz beschrieben. Darüber hinaus wird deutlich gemacht, daß der bisherige rechtliche Rahmen für das europäische Umweltzeichen im Hinblick auf ökologisches Bauen an einigen entscheidenden Punkten zu eng ist.

### 1.8.1 Bauproduktenrichtlinie und CE-Kennzeichen

Die Bauproduktenrichtlinie erlaubt das Inverkehrbringen brauchbarer Bauprodukte zur Verwendung in Bauwerken, wenn sie die "wesentlichen Anforderungen" erfüllen. Zur Kennzeichnung der Übereinstimmung mit den "wesentlichen Anforderungen" wird das CE-Kennzeichen vergeben. Produkte mit CE-Kennzeichen werden deshalb in juristischer Formulierung als "vermutlich brauchbar" [EWG 1988] angesehen. "Wesentliche Anforderungen" sind in sechs Grundlagendokumenten beschrieben.

#### 1.8.1.1 Elemente der Bauproduktenrichtlinie

So beruht die Bauproduktenrichtlinie auf vier Elementen:

1.	Wesentliche Anforderungen (Grundlagendokumente)		
2.	Kenntnis der bestehenden nationalen Vorschriften für Bauwerke, einschließlich solcher im Bereich des öffentlichen Auftragswesens	Berücksichtigung etwaiger unterschiedlicher Bedingungen geographischer klimatischer lebensgewohnheitlicher Art Berücksichtigung unterschiedlicher Schutzniveaus	Klassen oder Stufen für Anforderungen bzw. Leistungen, die die unterschiedlichen Gegebenheiten berücksichtigen
3.	Stand der Technik zum Zeitpunkt der Ausarbeitung		
4.	Vorgesehener Verwendungszweck der Bauprodukte		

**Tabelle 9: Elemente der Bauproduktenrichtlinie.**

#### 1.8.1.2 Grundlagendokumente

In allen Grundlagendokumenten gibt es einen Umweltbezug, mit jeweils unterschiedlicher Schutzdimension (Tabelle 10).

In den Grundlagendokumenten werden die wesentlichen Anforderungen konkretisiert, um die Mandate zur Erstellung harmonisierter europäischer Normen und technischer Zulassungen vergeben zu können. Die Grundlagendokumente haben grundsätzlich einen evolutionären Charakter. Umweltschutzniveaus, die nicht bereits in die Mandate eingearbeitet sind, können nachträglich im Sinne der Fortschreibung berücksichtigt werden. Gleichzeitig wird mit der Erteilung der Mandate der aktuelle Stand bzw. das aktuelle Kräfteverhältnis bei der Berücksichtigung von Umweltaspekten für eine Zeitlang festgeschrieben. Das festgeschriebene Schutzniveau und die im einzelnen zu berücksichtigenden Parameter hängen neben dem Kräfteverhältnis zwischen ökonomischen und ökologischen und sozialen Interessen zum Zeitpunkt der Mandatserteilung auch mit der Langwierigkeit und Kompromißhaftigkeit des Verfahrens der Normung zusammen sowie nicht zuletzt mit dem Charakter von Normen selbst.

Ausdrücklich soll hervorgehoben werden, daß in der Bauproduktenrichtlinie lebenszyklusorientierte Umweltgesichtspunkte nicht thematisiert werden. Im Bezug auf die zu behandelnden Umweltgesichtspunkte dieser Studie lassen sich in den Grundlagendokumenten dennoch sowohl direkte als auch indirekte Umweltbezüge ausmachen, mit jeweils unterschiedlicher

Schutzdimension. Direkte Umweltgesichtspunkte spielen in Grundlegendokument 3, "Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz", eine Rolle, wobei die Umweltaspekte jedoch auf mögliche Emissionen der Produkte nach dem Einbau in der Nutzungsphase beschränkt worden sind. Ansonsten überwiegen die indirekten Umweltbezüge. Stichpunkte zu den Umweltbezügen sind in Tabelle 10 wiedergegeben. Welche Umweltbezüge im einzelnen für ein Umweltzeichen herangezogen werden, ergibt sich erst im Kontext der Kriterienbildung und deren Gewichtung zur Beurteilung der Bauproduktgruppen im Rahmen eines Vergabeverfahrens. Die rechtlich verbindliche Bauproduktenrichtlinie und ein freiwilliges Umweltzeichen sollten hierbei als sich ergänzende, aber nicht unmittelbar voneinander abhängende Elemente zur Erreichung von Umweltschutzziele verstanden werden.

Grundlegendokument mit wesentlichen Anforderungen			Umweltbezug
1	Mechanische Festigkeit und Standsicherheit		Lebensdauer als Element der Ressourcenschonung
2	Brandschutz		Schutz vor der Freisetzung gefährlicher Stoffe in Bauwerken durch Verhinderung des Brandfalls, andererseits teilweise umweltproblematische Brandschutzmittel in den Produkten
3	Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz	Einschränkung auf fest eingebaute Produkte in der Nutzungsphase	Schutz vor gefährlichen Stoffen im Gebäude und in der unmittelbaren Nachbarschaft während der Nutzung des Bauwerks
4	Nutzungssicherheit		Auslegungswerte bleiben auch nach langer Nutzungsdauer gewährleistet
5	Schallschutz		Schutz der Nachbarschaft, Schutz vor Außenlärm
6	Energieeinsparung und Wärmeschutz		Ressourcenschonung, Klimaschutz

**Tabelle 10: Grundlegendokumente zur Bauproduktenrichtlinie.**

Die Kompromißhaftigkeit der Bauproduktenrichtlinie zeigt sich besonders deutlich darin, daß die technischen Spezifikationen (Normen, Technische Zulassungen) die "vertretbaren technischen Traditionen der Mitgliedsstaaten uneingeschränkt berücksichtigen" sollen und "die Verwendung von Bauprodukten, [...], die in den Mitgliedsstaaten gebräuchlich sind, weder be- noch verhindern" sollten [EWG 1988].

Unter dieser Prämisse sollen sowohl Handelshemmnisse als Folge von Rechts- und Verwaltungsvorschriften abgebaut als auch die Übereinstimmung mit den wesentlichen Anforderungen ermöglicht werden.

Praktisch bedeutet dies einerseits eine Tendenz zu erheblichem bürokratischen Aufwand bei der Abgrenzung und Einordnung der verschiedenen nationalen Traditionen und Gegebenheiten in den Wirkungsbereich der Bauproduktenrichtlinie und andererseits eine Tendenz zur Verwässerung der wesentlichen Anforderungen beim Übergang auf die Ebene der technischen Spezifikationen.

#### 1.8.1.3 Klassen und Stufen

Im Leitpapier "Klassen und Stufen" wird zwischen sogenannten "regulatory classes" und "technical classes" unterschieden. Erstere beziehen sich auf das in öffentlich-rechtlichen Regelungen festgeschriebene und einzuhaltende Mindestniveau; "technical classes" sollen im Sinn von freiwilligen Vereinbarungen höherwertige Anforderungen bzw. Qualitäten festlegen. Bisher sind im Zuge der Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie nur für den Brandschutz horizontale, d.h. alle Bauprodukte gleichermaßen betreffende Klassen und Stufen vereinbart worden. Ausdrücklich wird in der Bauproduktenrichtlinie darauf verwiesen,



daß die Leistungsstufen bzw. Leistungsklassen, auf die die technischen Spezifikationen verweisen, es ermöglichen müssen, in Bezug auf den etwaigen Gehalt an gefährlichen Stoffen das benötigte Schutzniveau sicherzustellen. Dazu kommen zwei grundsätzliche Wege in Betracht: einerseits die Zurückhaltung der gefährlichen Stoffe durch konstruktive Maßnahmen bzw. durch sichere Einbindung in den Baustoff über den gesamten Lebensweg und andererseits die Minimierung des Gehalts an gefährlichen Stoffen. Natürlich sind auch Kombinationen der beiden Methoden möglich.

Klassen und Stufen können auch außerhalb der Grundlagendokumente festgelegt werden. Für den Kontext eines Umweltzeichens bietet die Bauproduktenrichtlinie die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit von Produkten zu beschreiben, die über Mindestanforderungen hinausgehen und besondere Umweltleistungen der Produkte zu beschreiben.

Ein Vorteil der Anlehnung an die Bauproduktenrichtlinie wird darin gesehen, daß so die Entwicklung von Produkten mit verbesserter Umweltleistung EU-konform gefördert werden kann und Ergebnisse schneller in die technischen Spezifikationen Eingang finden können, wenn die Produkte aus dem Pionierstadium herausgetreten sind und sich auch am Markt bewährt haben.

### 1.8.2 EU-Umweltzeichen

Zu der seit 1992 geltenden Verordnung [EWG 1992] liegt seit März 1997 ein Vorschlag zur Revision vor [EWG 1997]. Dieser Vorschlag wird im folgenden dargestellt und kommentiert.

Das freiwillige gemeinschaftliche System zur Vergabe von Umweltzeichen richtet sich an Verbrauchende, namentlich Endverbraucher. Den Verbrauchenden sollen genaue, nicht irreführende und wissenschaftlich fundierte Informationen über die wichtigsten bei der Vergabe berücksichtigten Umweltaspekte zu den Umweltauswirkungen der Produkte zur Verfügung gestellt werden, um "Entscheidungen in Kenntnis aller Umstände" [EWG 1997] zu ermöglichen.

Innerhalb von fünf Jahren sollen die bestehenden und neuen öffentlichen und privaten Umweltzeichensysteme so gestaltet sein, daß sie sich mit dem Umweltzeichen der Gemeinschaft ergänzen und für Produktgruppen verwendet werden können, für die keine gemeinschaftlichen Kriterien zur Vergabe eines Umweltzeichens aufgestellt wurden.

Anträge zur Vergabe eines Umweltzeichens können von Herstellern und Importeuren gestellt werden sowie von Einzelhändlern, die Produkte unter eigenem Markennamen auf den Markt bringen.

<b>Antragsbearbeitung</b>	grundsätzlich 500 Euro 250 Euro für KMU und Hersteller aus Entwicklungsländern
<b>Jährliche Benutzungsgebühr für ein Zeichen</b>	0,15% (0,10% für KMUs) des Jahresumsatzes für das Produkt innerhalb der EU, max. 40 000 Euro, mind. 500 Euro
<b>Kosten für eventuelle Prüfverfahren</b>	werden durch Antragstellende getragen
<b>Verwendung der Einnahmen</b>	50 % der Gebühreneinnahmen werden auf Antrag der EOU <sup>10</sup> zur Verfügung gestellt, um Tätigkeiten wie z.B. Informationskampagnen zu finanzieren.

**Tabelle 11: Kosten des EU-Umweltzeichens und Verwendung der Einnahmen.**

<sup>10</sup> Europäische Organisation für das Umweltzeichen

### 1.8.2.1 Rolle des Umweltzeichens

#### Das Umweltzeichen

- soll Produkte und Umweltfaktoren abdecken, die im Hinblick auf den Binnenmarkt und den Schutz der Umwelt von vorrangiger Bedeutung sind,
- soll Produkte fördern, die im Vergleich zu anderen Produkten in einer Produktgruppe
  - ◆ während ihrer gesamten Lebensdauer (Art. 1) signifikant geringere Umweltwirkungen haben (Art. 2) bzw.
  - ◆ bestimmte Umweltauswirkungen verringern können oder Umweltvorteile mit sich bringen,
- sieht Abstufungen vor, um Umweltverbesserungen zu fördern und auszuzeichnen, die über jene Anforderungen hinausgehen, welche sich aus den Vergabekriterien ergeben.
- deckt die wichtigsten Umweltaspekte durch die Bestimmung von Auswirkungskategorien ab und mißt daran die Signifikanz der Umweltverbesserung des untersuchten Produkts. Herausgestellt werden diejenigen Kategorien von Auswirkungen des Produkts, die ein klares Verbesserungspotential haben.

### 1.8.2.2 Europäische Organisation für das Umweltzeichen, EOU

Es wird eine "Europäische Organisation für das Umweltzeichen, EOU" gebildet, in der die "zuständigen Stellen"<sup>11</sup> der Mitgliedsstaaten zusammengeschlossen sind. Die "zuständigen Stellen" sind so zusammenzusetzen, daß ihre Unabhängigkeit und Neutralität, die Beteiligung aller betroffenen Kreise sowie Transparenz gewährleistet sind.

Interessierte Kreise können der Kommission oder der EOU Vorschläge zu den Produktgruppen vorlegen, die untersucht werden sollen. Es sollen die Produktgruppen vorrangig behandelt werden, für die aus wissenschaftlicher und praktischer Sicht klare und überprüfbare Kriterien aufgestellt werden können [EWG 1997].

### 1.8.2.3 Produktgruppen und Produkte

Kriterien zur Vergabe des Umweltzeichens werden für Produktgruppen festgelegt, ebenso wie Beurteilungs- und Prüfanforderungen.

Produktgruppen umfassen Produkte, die demselben Zweck dienen und in bezug auf ihre Verwendung und miteinander konkurrieren. Eine Produktgruppe kann in Untergruppen unterteilt werden aufgrund der Eigenschaften des Produkts und im Hinblick auf die optimale Entfaltung des Potentials des Umweltzeichens für Umweltverbesserungen. Die Kriterien können entsprechend angepaßt werden.

Für die Produktgruppen fordert [EWG 1997] : Es gibt

- beträchtliche Umweltauswirkungen von globaler, regionaler, bzw. allgemeiner Art während einer oder mehrerer Lebensphasen der Produkte der Gruppe,
- ein signifikantes Gesamtumsatz- und Handelsvolumen im Binnenmarkt, wobei
- ein signifikanter Teil des Umsatzes mit dem Verkauf an Endverbraucher erwirtschaftet wird, sowie
- ein signifikantes Potential für Umweltverbesserungen durch weniger belastende Produkte: durch
  - ◆ Beeinflussen der Kaufentscheidung der Verbrauchenden zugunsten solcher Produkte und durch

---

<sup>11</sup> competent bodies.

- ◆ Erzielung von Wettbewerbsvorteilen für den Herstellenden durch Anbieten solcher Produkte vorhanden ist.

Für die Produkte gelten folgende Grundsätze:

- Die Marktaussichten des Produkts müssen innerhalb der Gültigkeitsdauer der Kriterien groß genug sein, damit durch die Kaufentscheidungen Verbesserungen tatsächlich ausgelöst werden können.
- Die erforderlichen Anpassungen zur Ausschöpfung von theoretischen Verbesserungspotentialen müssen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht innerhalb eines angemessenen Zeitraums durchführbar sein.

Die Selektion einzelner Produktgruppen kann in dieser Form dem Bauwesen nicht gerecht werden. Für die Planung ist eine relativ breite Datenbasis notwendig. Die Auswahl der dazu notwendigen Produktgruppen kann nur im Kontext der Erfordernisse der Bauwerksplanung erfolgen. Daher läßt sich sagen, daß das bisher langsame Vorgehen bei der Untersuchung der Produktgruppen durch die EOU für die Planung von ökologischen Bauwerken nicht förderlich ist und deshalb eine andere Vorgehensweise gefunden werden muß, die das bisher erarbeitete Wissen schneller verfügbar macht und darauf das Umweltzeichen für Bauprodukte aufsetzt.

#### 1.8.2.4 Umweltaspekte, Kriterien und Ökobilanzen

Für die Kriterien gelten folgende Grundsätze:

- Es sollen möglichst große Verbesserungen für die gesamte Umwelt erreicht werden.
- Kriterien für eine Produktgruppe habe eine bestimmte Gültigkeitsdauer und werden alle drei Jahre überprüft.
- Kriterien müssen einen Selektivitätsgrad aufweisen, der die Abstufung des Umweltzeichens erlaubt.

Die Festlegung und Auswahl der wichtigsten Umweltaspekte für eine Produktgruppe umfaßt folgende Schritte:

- Marktstudie:  
In der Marktstudie werden die verschiedenen Arten von Produkten der untersuchten Produktgruppe mit ihren funktionellen Unterschieden, ihre Position auf dem Gemeinschaftsmarkt, die hergestellten, importierten und verkauften Mengen (Außen- und Binnenhandel), die Marktstruktur in den Mitgliedsstaaten und die Wahrnehmungen aus der Sicht der Verbraucher untersucht. Schließlich wird die Notwendigkeit untersucht und bewertet, Untergruppen zu bilden.
- Ökobilanz:  
Die Ökobilanz wird für eine repräsentative Auswahl von Produkten nach international anerkannten Normen und Verfahren durchgeführt. In ihrem Aufbau nach müssen die Ökobilanzen normenkonform sein [DIN 14040] ff., wenn sie bei der Vergabe eines Umweltzeichens eine Rolle spielen. Die Normenkonformität kann durch die

Berücksichtigung der Handreichung des Umweltbundesamtes "Bewertung in Ökobilanzen" [UBA 1999] unterstützt werden<sup>12</sup>.

Die Ökobilanzen können dann folgende Zwecke für das europäische Umweltzeichen erfüllen:

- ◆ Festlegung der Ziele und des Untersuchungsbereiches: funktionelle Einheit, Abgrenzung des Produktsystems, Ausführlichkeitsgrad der Ökobilanz in Hinblick auf die Ausarbeitung der Kriterien, Verfahrensauswahl zur Erzielung einer qualitativ hochwertigen Studie
- ◆ Bestandsaufnahme und wenn möglich Quantifizierung der Wechselwirkungen zwischen dem Produktsystem und der Umwelt; Erstellung eines Bestandsverzeichnisses
- ◆ Beurteilung der Auswirkungen durch Wirkungsabschätzung und Auswertung. Dabei werden einerseits die Kategorien ermittelt, zu denen das Produkt einen signifikanten Beitrag leistet und andererseits wird die mengenmäßige Bandbreite der Auswirkungen der verschiedenen Produkte dargestellt.
- Potentialermittlung verschiedener Optionen: zur Bewirkung von Umweltverbesserungen
  - ◆ aufgrund des theoretischen Potentials der in der Ökobilanz ermittelten Verbesserungsmöglichkeiten unter Annahme von veränderten Marktstrukturen,
  - ◆ aufgrund von Hypothesen zur technischen, industriellen und wirtschaftlichen Durchführbarkeit von Änderungen im Bereich der Produktion und der Märkte
  - ◆ aufgrund von Verbraucherverhalten, -wahrnehmungen und -präferenzen in Hinblick auf die Wirksamkeit des Umweltzeichens

Nach fünf Jahren soll der Verbraucherausschuß der nationalen Verbraucherverbände durch die Kommission darüber befragt werden, inwieweit mit dem abgestuften Umweltzeichen der Informationsbedarf der Verbrauchenden wirksam gedeckt wird.

Bei der Festlegung von Kriterien zur Vergabe des Umweltzeichens gelten folgende Verfahrensgrundsätze:

- Die Entscheidungsverfahren werden auf die Verfahren der europäischen Normenorganisation abgestimmt.
- Für jede Produktgruppe wird eine ad-hoc-working-group eingerichtet.
- Die Beteiligung der vom Untersuchungsauftrag direkt oder indirekt Betroffenen sowie eine ausgewogene Beteiligung der Interessengruppen wie Berufsverbände der Unternehmen einschließlich KMUs und Handwerk, Gewerkschaften, Einzelhandel, Umweltschutzgruppen und Verbraucherverbände ist ausdrücklich erwünscht.
- Durch angemessene Bemühungen soll innerhalb des Verfahrens ein Konsens und ein hohes Maß an Umweltschutz erzielt werden. Dazu gehören Zwischenberichte über die einzelnen Arbeitsstadien und die Berücksichtigung der Stellungnahmen dazu. Der Schutz vertraulicher Informationen ist zu gewährleisten.

#### 1.8.2.5 Rechtsunterschiede

Interessant sind die gegenüber der geltenden Regelung nicht mehr enthaltenen oder anders formulierten Punkte (siehe Tabelle 12).

Beim Gefährdungspotential wird nicht mehr auf den Ausschluß potentiell gefährlicher Technologien abgestellt, entsprechend werden keine sauberen Technologien mehr gefordert. Der

---

<sup>12</sup> In [EWG 1997] werden Einzelschritte bei der Beurteilung der Umweltauswirkungen genannt. Zwischenzeitlich hat es bei der hier verwendeten Terminologie im Rahmen der Normierungsdiskussion der letzten Jahre einige Änderungen gegeben. Der aktuelle Diskussionsstand ist in [UBA 1999] aufgearbeitet.

Schwerpunkt wird auf die tatsächliche Umweltentlastung im Normalbetrieb der Anlagen gelegt. Bei der Definition der Produktgruppe wird die Verwendung aus Sicht der Verbraucher durch die Konkurrenzsituation am Markt ersetzt.

Verordnung zur Vergabe eines Umweltzeichens		
	Geltende Verordnung [EWG 1992]	Vorschlag [EWG 1997]
Gefährdungspotential	Das Umweltzeichen wird auf keinen Fall für Erzeugnisse vergeben, die nach einem Verfahren hergestellt werden, das für Mensch bzw. Umwelt signifikante Schäden verursachen <i>kann</i> .	Entfällt.
Produktgruppe	Eine Produktgruppe umfaßt Produkte, die demselben Zweck dienen und in Bezug auf ihre Verwendung und aus der Sicht der Verbraucher äquivalent sind.	Jede Produktgruppe wird so definiert, daß ihr sämtliche ähnlichen Zwecken dienende, gebrauchsgleiche und miteinander konkurrierende Erzeugnisse [...] angehören.
Kriterien	Sie müssen [...] soweit wie möglich die Anwendung sauberer Technologien erfordern.	Entfällt.

**Tabelle 12: Unterschiede zwischen geltendem Recht und dem Änderungsvorschlag.**



## 2. Umweltzeichen für Bauprodukte

### 2.1 Ziele des Forschungsvorhabens

Es soll ein Umweltzeichen entwickelt werden, das sich an Fachleute und Laien wendet, wissenschaftlich abgesichert und nachvollziehbar ist und das in angemessener Zeit zu realisieren ist. In Weiterentwicklung der bisherigen Konzeption zum Umweltzeichen soll das neue Zeichen bei Bedarf auch detailliertere Informationen zu umweltrelevanten und gesundheitlichen Aspekten liefern können.

Das Umweltzeichen soll Planende und Ausführende dabei unterstützen, ihre auf eine möglichst geringe Umweltbelastung und ein möglichst geringes Gefährdungspotential zielende Bauwerksplanung durch Auswahl entsprechender Produkte realisieren zu können.

Drüber hinaus soll das Umweltzeichen den späteren Nutzenden der Bauprodukte die Sicherheit geben, mit Produkten umzugehen und zu leben, die sie nicht schädigen oder in irgendeiner anderen Weise beeinträchtigen.

Das Umweltzeichen soll diejenigen Unternehmen unterstützen, die ihre Produkte mit einer möglichst kleinen Umwelt- und Innenraumbelastung herstellen und auch einen entsprechenden Einfluß auf ihre Vorketten und die Entsorgung nehmen.

Ein wichtiges Ziel ist es, eine Methodik für die Ermittlung von solchen Bauprodukten zu erarbeiten, die geringere Umwelt- und Gesundheitsbelastungen mit sich bringen, als der Durchschnitt vergleichbarer Produkte.

Das Umweltzeichen sollte ein Siegel dafür sein, daß die komplexen Sachverhalte und Zusammenhänge des Bauwesens gebührend beachtet wurden. Hierbei gilt es sich zu vergegenwärtigen, daß ein Umweltzeichen nicht dazu verwendet werden kann, eine schlechte Planung im nachhinein zu verbessern. Es kann lediglich dazu verwendet werden, bei der Ausführung ein Skelett (die sorgfältige, ökologisch ausgerichtete Planung) mit dem dazu passenden Fleisch (den gekennzeichneten bzw. deklarierten Bauprodukten) zu füllen.

Ein sehr weit gefaßtes Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Einbringung ökologischer Verbesserungsdynamik in die Erarbeitung von technischen Spezifikationen (Normen und Zulassungen) von Bauprodukten zu unterstützen. So könnte die ständige Verbesserung des Stands der Umwelttechnik flankiert werden durch eine ähnliche stoffliche Komponente, wie sie für den Arbeitsschutz in der Einbindung der MAK-Liste in die Gefahrstoffverordnung existiert. Da aber die Erarbeitung harmonisierter Normen noch einige Zeit in Anspruch nehmen wird, ist es zur Erzielung einer solchen Dynamik von Vorteil, wenn Hersteller mit Hilfe eines Umweltzeichens eine Vorreiterstellung in der ökologischen Verbesserung von Bauprodukten einnehmen.

Ein generelles Ziel des Forschungsvorhabens ist es, den Stellenwert ökologischer Anforderungen im Bauwesen zu verdeutlichen.

Zusammengefaßt und in Stichworten sind die Ziele des Zeichens:

- Senkung der Umweltbelastung durch Einbettung des Zeichens in den Kontext ökologischer Planungsinstrumente

- Erleichterung der Auswahl ökologisch vorteilhafter Produkte
- Förderung emissionsarmer und energiesparender Technologien
- Verbraucherschutz und Nutzersicherheit, mit spezieller Berücksichtigung der Innenraumluftproblematik
- Formulierung von Umweltaanforderungen an Bauprodukte

## 2.2 Vorschlag für ein Umweltzeichen für Bauprodukte

Um eine hohe Akzeptanz für die freiwillige Teilnahme an einem Umweltzeichen für ein Bauprodukt zu erreichen, darf ein Vergabeverfahren nicht zu hohe oder gar fast unerfüllbare Anforderungen stellen. Die Anforderungen müssen zwar scharf und hart sein, allerdings auch gerecht und nachvollziehbar. Dazu bietet sich ein mehrstufiges Vorgehen an, daß den Herstellenden eines Bauprodukts erlaubt, schrittweise am gemeinschaftlichen System der ökologischen Produktkennzeichnung teilzunehmen. Sie sollen selbst entscheiden können, wieviel Untersuchungs- und Verwaltungsaufwand ihr Unternehmen finanziell und organisatorisch trägt und je nach Grad der Bereitschaft oder Möglichkeit die entsprechenden Informationen bereitstellen oder Bewertungsverfahren durchlaufen. Entsprechend erhalten sie dann die erste oder zweite Stufe des Umweltkennzeichens.

Das Umweltzeichen besteht aus zwei Stufen: einer Informations- bzw. Datenbereitstellungsstufe, dem "grünen i"<sup>13</sup> und einer Vergleichs- und Bewertungsstufe. Abbildung 8 zeigt anschaulich den Gedanken zur Teilung des Umweltzeichens in zwei Stufen. Die erste Stufe kann alleine vergeben werden. Die zweite Stufe setzt die vollständige Vergabe der ersten Stufe voraus.



**Abbildung 8: Stufung des Umweltzeichens in Informationsbereitstellung und Bewertung.**

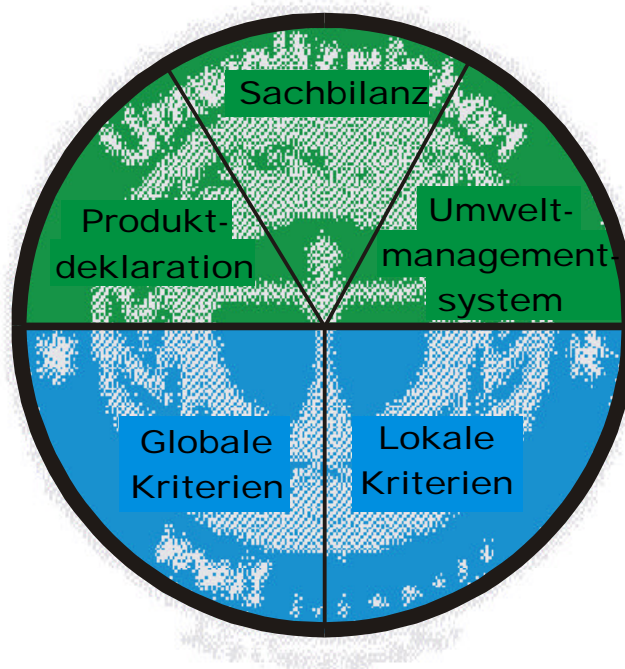
<sup>13</sup> Aus der langjährigen Forschungstätigkeit von Prof. Dr.-Ing. Thomas Lützkendorf hat sich seine Forderung nach einer einheitlichen und umweltbezogenen Datenbereitstellung für die Planung ergeben. Der prägnante Begriff "grünes i" wurde von ihm dafür in die Debatte gebracht und hier zur Verwendung vorgeschlagen.



In der ersten Stufe des Vergabeverfahrens werden Informationen bereitgestellt. In der zweiten Stufe werden die Informationen aus der ersten Stufe des Vergabeverfahrens zur Bewertung des Produkts herangezogen. Die beiden Stufen des Vergabeverfahrens sind in sich nochmals unterteilt. Die Stufen und Teile sind im einzelnen:

Stufe 1	Allgemeine Informationsbereitstellung (grünes i)
Teil 1a	Produktdeklaration
Teil 1b	Sachbilanz - Wirkungsabschätzung
Teil 1c	Nachweis eines Umweltmanagementsystems
Stufe 2	Vergleich und Bewertung
Teil 2a	globale Umweltwirkungen
Teil 2b	lokale Effekte

In Stufe 1 sind die drei Teile "Produktdeklaration", "Sachbilanz - Wirkungsabschätzung" und "Nachweis eines Umweltmanagementsystems" gleichberechtigt. Bereits die Erfüllung eines Teils der Stufe 1 kann zur Vergabe des Umweltzeichens führen.



**Abbildung 9: Stufen und Teile des Umweltzeichens.**

### **2.2.1 Allgemeine Informationsbereitstellung - das grüne i**

Das Vorhandensein von grundlegenden Informationen ist notwendig, damit Produkte überhaupt beurteilt werden können. Schon bei der Bereitstellung von Informationen unterscheiden sich Hersteller in ihrem Willen oder ihren Möglichkeiten. Da die Beschaffung von Informationen stets mit Aufwand (verwaltungstechnisch, ökonomisch oder prozeßtechnisch) verbunden ist, soll bereits die Bereitschaft eines Herstellers honoriert werden, einen bestimmten ökologisch orientierten Satz von Informationen bereitzustellen.

Der erste Teil der Informationsbereitstellung ist die Produktdeklaration. Sie stellt die Basisinformationen über das Produkt zur Verfügung.

Der zweite Teil der Informationsbereitstellung ist die Sachbilanz. Diese Art der Information ist detaillierter, allerdings auch schwieriger zu interpretieren. Der Aufwand für die Erstellung einer Sachbilanz kann sehr hoch sein.

Der dritte Teil der Informationsbereitstellung ist eher indirekter Natur. Sie betrifft alle Informationen, die notwendig sind, ein innerbetriebliches Umweltmanagementsystem zu installieren und zu betreiben.

Da noch keine Bewertung der bereitgestellten Informationen stattfindet, sondern lediglich eine ökologische Information über das Produkt bereitgestellt wird, wurde für diese Stufe des Umweltzeichens der Begriff "das grüne i" geprägt.

Die Informationen im Kontext des "grünen i" lassen sich in elektronischer Form bereitstellen. Mit den kooperativen Möglichkeiten der Datentechnik (Internet, Datenbanken) kann die Last der kontinuierlichen Datenpflege dauerhaft auf viele Schultern verteilt werden. Daten können von den Herstellern eines Produkts mitgeliefert werden. Kriterien können von den beteiligten Kreisen erarbeitet werden, um die Entscheidungsträger bei der ökologischen Produktauswahl zu unterstützen.

Da bei den in Frage kommenden Informationen unter Umständen Geheimhaltungsaspekte eine Rolle spielen können, bietet es sich an, daß diese Informationen zwar an einer zentralen Stelle verwaltet und überprüft werden, aber nur diejenigen Teile öffentlich zugänglich sind, die für die Transparenz der Vergabe des Zeichens notwendig sind. Eine geeignete Stelle zur Verwaltung dieser Informationen könnte das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) in Berlin sein, da diese Stelle bereits umfangreiche Informationen zu einem Produkt erhält, wenn eine bauaufsichtliche Zulassung für das Produkt beantragt wird. So könnte mit nur wenigen Zusatzinformationen zusammen mit der Zulassung ebenfalls die Vergabe eines Umweltzeichens mit vorbereitet bzw. geprüft werden. Es ist auch denkbar, daß die Daten von einer anderen unabhängigen Stelle verwaltet und geprüft werden, jedoch ist hier der administrative Mehraufwand und eine eventuelle Finanzierung zu bedenken.

In den folgenden Abschnitten wird auf die drei Teile der Informationsbereitstellung genauer eingegangen.

#### 2.2.1.1 Deklaration

Um die mit einem Bauprodukt eventuell verbundenen umwelt- und gesundheitlichen Risiken überprüfen zu können, ist eine Produktdeklaration notwendig. Die Produktdeklaration beinhaltet die Angabe sämtlicher (gewünschter und nicht erwünschter) Eigenschaften des Produkts, seine Einsetzbarkeit, seine Lebensdauer, seine vollständige stoffliche Zusammensetzung und sein Entsorgungsweg. Eine vollständige stoffliche Deklaration mit Angaben der Mengen ist erforderlich, um Stoffe leichter identifizieren zu können, die als gesundheitlich problematisch eingestuft sind oder in Zukunft vielleicht diese Einstufung erhalten. Auch wenn diese Stoffe nur in sehr geringen Mengen vorkommen, ist es nicht zulässig, ein Abschneidekriterium bei der vollständigen stofflichen Deklaration anzuwenden. Insbesondere Stoffe, die aufgrund ihrer schweren Flüchtigkeit nur langsam emittieren verlassen, sind unter Umständen für spät eintretende Schadenswirkungen während der Nutzungsphase prädestiniert (lokale Effekte).

Bei Rohstoffen und Vorprodukten, deren Lieferanten keine Produktdeklaration vorlegen, kann die Angabe einer vollständigen Stoffdeklaration schwierig sein. Trotzdem darf sich eine Produktdeklaration nicht nur auf den eigenen Herstellungsprozeß beziehen. Jeder Hersteller ist in der Lage durch entsprechende Wahl seiner Vorketten oder der Ausübung eines entsprechenden wirtschaftlichen Drucks, ebenfalls eine komplette Produktdeklaration seiner direkten Vorstufen zu erreichen. Fall sich dies trotzdem nicht erreichen läßt, so muß für diesen Hersteller der Datensatz mit den "schlechtesten Werten" als Annäherung genommen werden. Das Ziel ist jedoch, einen durchgängigen Informationsfluß sicherzustellen.

### 2.2.1.2 Ökologische Bilanzierung

Um die in der Produktdeklaration enthaltenen Angaben mit den Hinweisen zu den Umweltaspekten eines Produkts weiter zu vertiefen und dabei auch die Umwelteffekte vor- und nachgelagerter Prozeßstufen über alle Lebensphasen hinweg einzubeziehen, kann die Ökologische Bilanzierung eingesetzt werden. Deren Kernstück ist die Sachbilanz, die von jedem Hersteller zusammengestellt werden muß, der ein Umweltzeichen beantragen will. Aus der Sachbilanz kann dann unabhängig vom Produzenten die Wirkungsabschätzung und Auswertung (entsprechend [DIN 14042] und [DIN 14043]) abgeleitet werden.

Trotz Normung des Vorgehens bei der Erstellung einer Ökobilanz hat sich herausgestellt, daß viele Ökobilanzen nicht miteinander vergleichbar sind. Dies wird hervorgerufen durch die Wahl unterschiedlicher Systemgrenzen, einer unterschiedlichen Erhebungsgenauigkeit, Allokationsproblemen, unterschiedlichen Abschneidekriterien u. v. m.

Daher ist es erforderlich, daß für den Vergleich von Ökobilanzen sichergestellt werden kann, daß diese Bilanzen mit den gleichen Systemgrenzen und der gleichen Genauigkeit erstellt werden. Weiterhin muß sichergestellt werden, daß diese Bilanzen aktuell sind und auf den tatsächlich ablaufenden Produktionsprozessen basieren. Daher wird die Einrichtung oder Benennung einer Stelle zur Sammlung, Verwaltung und Fortschreibung von Ökobilanzen als dringend notwendig erachtet, da ansonsten sehr viel Mühe in die Erstellung solcher Bilanzen fließt, jedoch die Bilanzen nicht ohne weiteres weiter verwendet werden können.

In Zukunft muß die Entwicklung einer allgemein zugänglichen Datenbasis angestrebt werden, die Datensätze für alle definierten Bauproduktgruppen enthält und regelmäßig aktualisiert und gepflegt wird.

### 2.2.1.3 Nachweis eines Umweltmanagementsystems

Ein weiterer Teil ist der Nachweis einer betrieblichen Praxis, die dem Anspruch, umweltverträglichere Produkte als die durchschnittliche Konkurrenz herzustellen, gerecht wird. Ein unverzichtbares Mittel erscheint dabei die Führung eines Umweltmanagementsystems zu sein. Dazu bietet sich EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) [EMAS 1993] an. Dessen Nachweis wird als dritter Teil der informatorischen Stufe des Umweltzeichens angesehen.

In der ersten Stufe des Vergabeverfahrens werden die erhobenen Daten auf eine einheitliche Grundlage gestellt, vergleichbar und verfügbar gemacht, aber noch nicht verglichen.

## 2.2.2 Vergleich und Bewertung

Liegen die vorstehend genannten drei Informationsteile vor, so kann eine Bewertung dieser Daten erfolgen, falls dies gewünscht ist. Nur wenn alle drei Teile aus dem Abschnitt 2.2.1 "Allgemeine Informationsbereitstellung" vorliegen, d.h. wenn das grüne i komplett ist, wird überhaupt eine Bewertung durchgeführt.

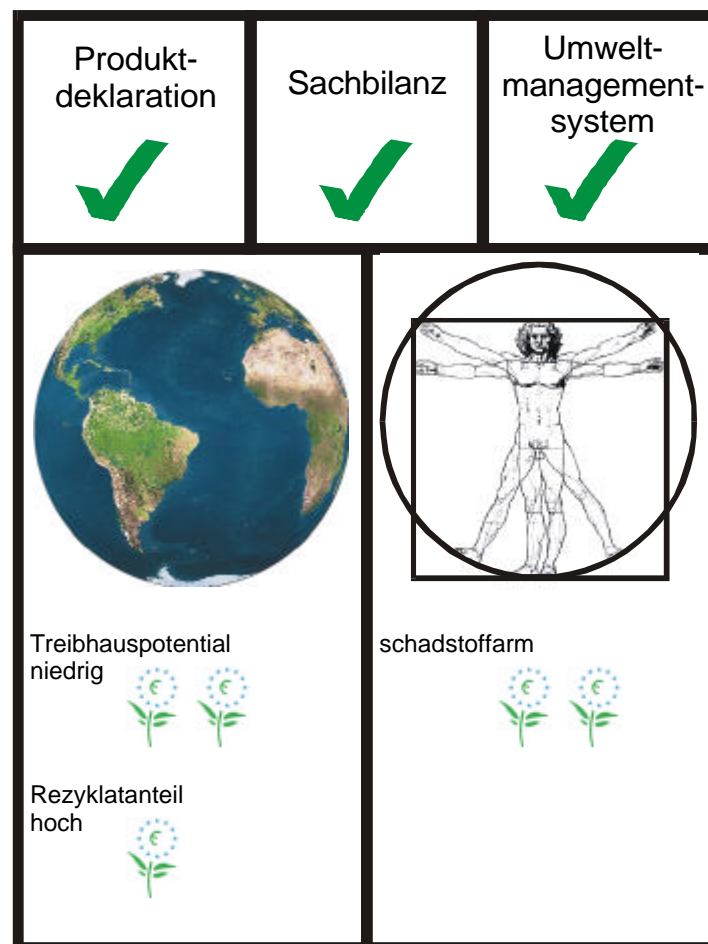
Bei der Vergabe eines Umweltzeichens wird ein Vergleich zwischen dem zu bewertenden Bauprodukt und einem Vergleichsmaßstab erforderlich. Dieser Vergleich muß für die Produkte innerhalb einer Bauproduktgruppe erfolgen.

Dazu wird für jede Bauproduktgruppe ein Durchschnittsprodukt, das "generische Bauprodukt" dieser Produktgruppe definiert. Dieses generische Bauprodukt ist der Prüfstein, an

dem sich die anderen Produkte der Produktgruppe messen lassen müssen. Das generische Bauprodukt repräsentiert die mittlere Umweltbelastung und Performance aller Bauprodukte der Produktgruppe, die dazu mit ihren Marktanteilen gewichtet werden. Es wird vorgeschlagen, daß die zugehörigen Verbände bei der Ermittlung des generischen Bauprodukts einer Produktgruppe eine tragende Rolle spielen. Richtungsweisende Arbeiten zur Erstellung von Sachbilanzen in Betrieben der Steine- und Erden-Industrie sind national unter der Federführung der Universität Stuttgart in Kooperation mit der Steine- und Erden-Industrie [BS+E 1997], [BS+E 1999] und in Österreich vom Fachverband Stein- und keramische Industrie [Bruck 1996a] durchgeführt worden.

Andere Vergleiche, insbesondere der Vergleich von Bauprodukten unterschiedlicher Bauproduktgruppen, sind für die Vergabe eines Umweltzeichens nicht zielführend. Hingegen kann ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Bauproduktgruppen für andere Zwecke als die Vergabe eines Umweltzeichens notwendig sein. Dieser Vergleich muß dann auf einer anderen Basis durchgeführt werden und darf nicht mit dem Vergabeverfahren für ein Umweltzeichen vermischt werden.

### 2.2.3 Kennzeichnung



**Abbildung 10: Europäisches Umweltzeichen für Bauprodukte.**

Um den verschiedenen Aspekten der Kennzeichnung gerecht zu werden, muß ein Umweltzeichen aus mehreren Teilen bestehen. Bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens haben sich drei Teile herauskristallisiert: Ein Teil kennzeichnet die bereits erläuterte allgemeine Informationsbereitstellung, ein weiterer Teil die globalen Umweltschutzaspekte und ein dritter Teil die lokalen Umweltschutzbelange.

Die Kriterien zur Erfassung der Umweltauswirkungen beziehen sich u.a. auf den Energie- und Rohstoffverbrauch, auf das Abfallaufkommen, auf die Freisetzung von Massenschadstoffen, auf den Einsatz von gefährlichen Stoffen bei der Herstellung und dem Einbau des Produktes und auf den Gehalt des Produktes an gefährlichen Inhaltsstoffen. Auch eine mögliche Innenraumbelastung durch das Produkt ist für entsprechende Produktgruppen in den Kriterien abzubilden.




Für einige dieser Kriterien liegen aus der internationalen Diskussion bereits Berechnungsverfahren fest. Hierzu zählen globale Kriterien wie beispielsweise die Bestimmung des Treibhauspotentials (Freisetzung klimarelevanter Schadstoffe), des Versauerungspotentials (Freisetzung von Säurebildnern) und des Photooxidantienbildungspotentials. Für andere, vor allem lokale Kriterien wie beispielsweise die Innenraumbelastung befinden sich Bewertungsverfahren in Entwicklung [SEIFERT 1990], [SEIFERT 1992], [NABAU 1999], [ECA 19 1998].

In Abbildung 10 ist eine mögliche Darstellungsform für ein europäisches Umweltzeichen wiedergegeben. Der obere Abschnitt betrifft die allgemeine Informationsbereitstellung. In den drei Quadranten wird lediglich angegeben, ob der Hersteller die Produktdeklaration bereitgestellt hat, eine Sachbilanz vorliegt und ob ein betriebliches Umweltmanagementsystem installiert wurde.

Diese Kennzeichnung kann entweder quantitativ (ja oder nein) oder qualitativ (sehr gut, befriedigend, mangelhaft) erfolgen. In dieser Studie wurde eine quantitative Kennzeichnung für die Beispiele gewählt.

Im linken unteren Rechteck werden die Kriterien der globalen Umweltentlastung mit bis zu drei Blumen versehen, je nachdem, wie sich das Produkt im Vergleich zu anderen Produkten der gleichen Produktgruppen positioniert. Im unteren rechten Rechteck werden die Kriterien der lokalen Umweltschutzaspekte analog gekennzeichnet.

Es wird vorgeschlagen den Grad der Erfüllung der Kriterien durch die Anzahl der Blumen wiederzugeben. In Tabelle 13 sind die Abstufungen gezeigt.

Grad der Erfüllung der Kriterien	europäische Blumen
am besten	
im besten Drittel und besser als der Durchschnitt	
besser als der Durchschnitt	
gleich oder schlechter als der Durchschnitt	(keine)

**Tabelle 13: Grad der Kriterienerfüllung.**

In Abbildung 11 sind vier Beispiele für eine mögliche Kennzeichnung eines Bauprodukts wiedergegeben.

Im Beispiel 1 liegt die Produktdeklaration vor und das Unternehmen hat ein Umweltmanagementsystem etabliert. Eine Sachbilanz liegt für das Produkt nicht vor, daher findet auch keine weitere Bewertung statt.

Im Beispiel 2 liegen alle drei Teile der Informationsbereitstellung vor, allerdings wurde keine Bewertung durchgeführt. Daher sind die beiden unteren Rechtecke noch leer.

Im Beispiel 3 wurde nach Vorliegen aller Teile aus der Informationsbereitstellung eine Bewertung der globalen Umweltschutzkriterien durchgeführt. Dabei wurden die beiden ausgewählten Kriterien "Treibhauspotential niedrig" und "Rezyklatanteil hoch" bewertet. Beim

Treibhauspotential liegt das Produkt im besten Drittel und erhält dafür zwei Blumen. Es hat einen höheren Rezyklatanteil als das Durchschnittsprodukt, liegt aber nicht im besten Drittel und erhält dafür eine Blume.


Im Beispiel 4 wurde ebenfalls nach Vorliegen aller Teile aus der Informationsbereitstellung eine Bewertung durchgeführt. In diesem Beispiel wurden die globalen und lokalen Umweltaspekte bewertet. Bei der Bewertung des Kriteriums "Treibhauspotential" war dieses Produkt gleich oder schlechter als der Durchschnitt und erhält deswegen keine Blume. Das Kriterium "schadstoffarm" war beim Vergleich mit dem Durchschnittsprodukt am besten erfüllt und wird deswegen mit drei Blumen gekennzeichnet.

Produkt-deklaration ✓	Sachbilanz	Umwelt-management-system ✓


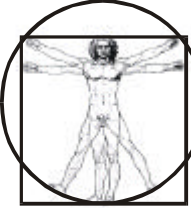
Beispiel 1

Produkt-deklaration ✓	Sachbilanz ✓	Umwelt-management-system ✓

Beispiel 2

Produkt-deklaration ✓	Sachbilanz ✓	Umwelt-management-system ✓
 <p>Treibhauspotential niedrig</p> <p>Rezyklatanteil hoch</p>		

Beispiel 3

Produkt-deklaration ✓	Sachbilanz ✓	Umwelt-management-system ✓
 <p>Treibhauspotential niedrig</p> <p>Rezyklatanteil hoch</p>  <p>schadstoffarm</p>		

Beispiel 4

**Abbildung 11: Beispiele für die Kennzeichnung.**

## 2.3 Zielgruppen des Umweltzeichens

Die Zielgruppen, an die sich das Umweltzeichen richtet, unterteilen sich in zwei Gruppen: diejenigen, die ein Produkt auswählen (und nur einen indirekten Kontakt zum Produkt haben) und diejenigen, die dem Produkt direkt ausgesetzt sind (Einbau, Nutzung und Entsorgung).

### 2.3.1 Indirekter Produktkontakt

Zu der ersten Gruppe gehören Architekten, Planende, Bauträger und zum Teil auch Bauunternehmen. Diese Gruppe wählt ein Produkt aufgrund seiner technisch-physikalischen, ästhetischen, gesundheitlichen Eigenschaften, seines Preises bzw. seiner Verfügbarkeit. An diese Gruppe wird auch die Anforderung gestellt, ein Produkt mit geringer Umweltbelastung einzusetzen. Um diese Anforderung zu erfüllen, kann ein Umweltzeichen eine Hilfestellung zur Produktauswahl geben. Diese Gruppe hat auf die Auswahl des Produkts den größten Einfluß und besitzt auch die meisten Informationen über den Kontext, der für die Auswahl des Bauprodukts maßgeblich ist.

### 2.3.2 Direkter Produktkontakt

Die Gruppe, die dem Produkt direkt ausgesetzt ist, unterscheidet sich hauptsächlich in Personen, die in den Bauphasen in Kontakt mit dem Produkt kommen und während der Arbeitszeit Belastungen durch gefährliche Stoffe erfahren kann und in Personen, die in der Nutzungsphase in Kontakt mit dem Produkt kommen und eventuellen Emissionen in längeren Zeiträumen ausgesetzt sind.

Bei der Erarbeitung der Problemliste bzw. der Problemstoffliste muß die Verwendung der GISBAU-Codes sichergestellt sein.

Die gewerblichen Arbeitnehmer und die Handwerker des Bau- und Ausbaugewerbes sowie interessierte Heimwerker werden bei der Produktauswahl durch das Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft (GISBAU) unterstützt. In langjähriger Arbeit wurden von GISBAU für den Arbeitsschutz Klassifizierungen und Kennzeichnungen für Produkte mit gefährlichen Inhaltsstoffen entwickelt. Dabei hat sich herausgestellt, daß im täglichen Arbeitsschutz möglichst wenige aber klare Produktklassifizierungen erforderlich sind.

Die GISBAU-Produktkennzeichnungen (GISBAU-Codes) und die hier vorgeschlagenen Umweltkennzeichnungen sollten aufeinander abgestimmt werden. Bei der Kriterienauswahl für das Beurteilungsraster zur Vergabe eines Umweltzeichens ist besonders auf die langzeitigen Effekte, die mit einem Produkt verbunden sein können, zu achten.

Die Fragestellung, inwieweit die potentielle Gefahr durch den unsachgemäßen Einsatz eines Produkts zu einer Verweigerung eines Umweltzeichens führen kann, muß für die einzelnen Produktgruppen gesondert geklärt werden.

## 2.4 Leistungsfähigkeit und Grenzen

Ein Umweltzeichen signalisiert keine  
Umweltverträglichkeit im absoluten Sinn.

Eine Kennzeichnung umweltfreundlicher Produkte durch Umweltzeichen hat sich aus der Kennzeichnung von Verbrauchsgütern entwickelt. Für die Kennzeichnung von Bauprodukten, deren Lebensweg sich vom üblichen Weg eines Verbrauchsguts unterscheidet, wurden die inhaltlichen Grundlagen der existierenden Umweltzeichens überprüft und wo notwendig erweitert.

Das bisher erarbeitete Wissen zu den Umweltwirkungen der Bauprodukte wird durch den in dieser Studie gewählte Systematik und die aufgezeigten Mechanismen schneller und umfassender für die Planung verfügbar gemacht. Darauf setzt das Umweltzeichen zur Unterstützung der Ausführung auf.

Ein Umweltzeichen wird für Handelsprodukte innerhalb einer Produktgruppe vergeben. Dies bedeutet, daß die Umweltzeichen nur für Produkte innerhalb einer Produktgruppe aussagekräftig sind. Ein Vergleich von Produkten unterschiedlicher Produktgruppen ist durch das Umweltzeichen nicht abgedeckt. Daher ist auch der Vergleich unterschiedlicher Produktgruppen mittels eines Umweltzeichens nicht vorgesehen.

Der Begriff "Produktgruppe" wird schärfer gefaßt, als in der EU-Richtlinie [EWG 1997], in der unter Produktgruppen auch Produktfamilien verstanden werden, in denen Produkte mit funktionellen Unterschieden versammelt sind.

Das generische Produkt ist definiert als die Durchschnittsbildung über alle Merkmale einer Produktgruppe, gewichtet mit ihren jeweiligen Marktanteilen. Es repräsentiert den aktuellen Mittelwert der am Markt befindlichen Handelsprodukte in technischer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht.

Liegen die Marktdaten nicht vor, so sieht die EU-Richtlinie [EWG 1997] eine Marktstudie vor. Die Erstellung einer solchen Studie ist eine Möglichkeit, die vorgesehen werden kann, erfordert jedoch zusätzliche Ressourcen. In dieser Studie schlagen wir ein dynamischeres Vorgehen vor, das sich aus den direkten Beiträgen der am Umweltzeichen interessierten Kreise speist und damit eine höhere Aktualität aufweisen kann.

Es stellt sich die Frage, ob das Zeichen auch die genannten Ziele erreichen kann. Das sehr allgemein gehaltene Ziel der Senkung der Umweltbelastung muß für den Bausektor im Rahmen der Erarbeitung von Nachhaltigkeitszielen präzisiert werden. Diese präzisierten Ziele dienen als Leitgrößen für die Prüfung der Signifikanz der Umweltentlastungspotentiale der jeweils betrachteten Produktgruppe. Diese Entlastungspotentiale werden letztendlich nur im Planungskontext des Bauwerks deutlich.

Die vorgeschlagene Gestaltung des Zeichens kann zu einem mißverständlichen Signal für Laien führen, wenn nicht deutlich wird, daß der Vergleich von Produkten mit Umweltzeichen aus verschiedenen Produktgruppen nicht zielführend ist. Die Entscheidung für eine bestimmte Produktgruppe muß zuerst gefallen sein, bevor ein Produkt gewählt werden kann, das vorzugsweise ein Umweltzeichen trägt. Keineswegs kann ein Laie sicher sein eine umweltfreundliche Entscheidung gefällt zu haben, wenn eine Produktgruppe danach ausgewählt wird, ob ein in ihr befindliches Produkt ein Umweltzeichen trägt.

Durch die erhöhte Komplexität des Zeichens gegenüber bestehenden Umweltzeichen wird ein erhöhtes Verständnis für das Umweltzeichen vom Nutzenden verlangt. Ein Umweltzeichen signalisiert keine Umweltverträglichkeit im absoluten Sinn. Auch der Laie muß den Planungskontext beachten.

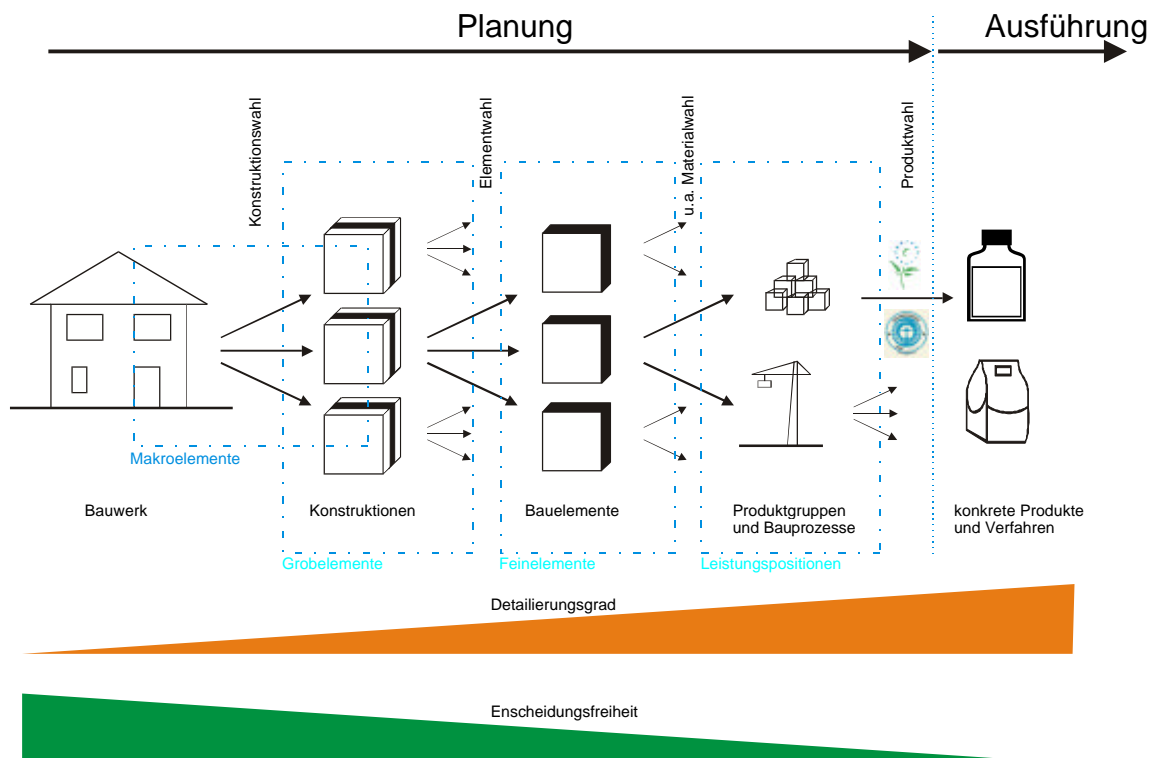


### 3. Bauwerks- und Produktgruppen-Gliederungen

Im folgenden wird das Vorgehen dargelegt, wie Bauprodukte in eine Produktgruppe eingeordnet werden können. Weiterhin wird der Mechanismus zur Unterscheidung der Produktgruppen, die Bildung einer Produktgruppen-Gliederung und die Einordnung dieser Gliederung in bestehende Planungsabläufe erläutert. Dabei werden die folgenden, grundlegenden Aspekte behandelt:

- Planung und Ausführung
- Bauwerke, Bauelemente, Bauprodukte
- Gliederungen, Produktgruppen, Produkt
- Merkmale, funktionales Äquivalent, Material

In Abbildung 12 sind die Planungsschritte von der Bauwerksplanung bis zur Ausführung dargestellt.



**Abbildung 12: Planung und Ausführung.**

Die Planung des zu erstellenden Bauwerks führt von der Konstruktionswahl über die Element- und Materialwahl letztendlich hin zur Auswahl konkreter Handelsprodukte. Während der Detaillierungsgrad der Planung wächst, verringert sich die Entscheidungsfreiheit im Hinblick auf die auswählbaren Komponenten.

### 3.1 Elementgliederung und Bauelemente

Alle Planungshilfsmittel benötigen bauspezifische Gliederungen. Einige dieser Gliederungen orientieren sich am Planungsfortschritt mit dem Ziel der späteren Ausführung. Ein Beispiel hierfür ist die Kostengliederung nach DIN 276 mit dem Schwergewicht auf den Gewerken.

Andere Gliederungen sind elementorientiert (z.B. SIA, EPIC, etc.). Heute eingesetzte Planungsinstrumente z.B. [SIA 1995], [LEGOE 1999] basieren auf dem Gedanken der Elementgliederung. Sie verbinden diese Elementorientierung mit der Gewerkeorientierung und stellen damit verschiedene Sichten auf die Planung zur Verfügung.

Die Elementgliederung ist ein notwendiges Mittel zur Planung. Die Planenden brauchen eine Hilfestellung, die es ihnen erlaubt, schon in frühen Planungsphasen Elemente zu vergleichen und auszuwählen, die zu den Zielen des Entwurfs (u.a. auch die Gesamtbelastung der Umwelt zu minimieren) passen.

Planende wollen nicht einzelne Baustoffe vergleichen, sondern die für ihre Konstruktion in Frage kommenden Elemente. Diese Elemente können nicht mehr beliebig mit Bauprodukten gefüllt werden. Viele Bauprodukte können zwar für ähnliche Aufgaben eingesetzt werden, haben aber im weiteren häufig unterschiedliche Eigenschaften. Die für ein Element geeigneten Baustoffe sind durch die Eigenschaften (Merkmale) des gewählten Elements begrenzt. Damit wird bereits bei der Elementwahl die spätere Produktwahl eingegrenzt.

Für den Planungsprozeß müssen bereits die Elemente mit ökologischen Daten versehen werden.

Zur genaueren Erklärung des Übergangs von der Bauelementebene auf die Produktebene wird die Terminologie für Bauelemente aus [LEGOE 1999] verwendet. Danach werden Bauwerke mit fortschreitender Detaillierung aus Makroelementen, Grobelementen, Feinelementen und Leistungspositionen zusammengesetzt. Ein Feinelement ist ein Teil eines Bauteils oder einer Baukonstruktion. Feinelemente sind für die Anpassung des Bauwerks an die vielfältigen Entscheidungen während der Ausführungsplanung geeignet. Eine weitere Untergliederung auf der Elementebene ist nicht sinnvoll.

Feinelemente beschreiben die einzelnen Schichten einer Baukonstruktion. Eine Außenwand gliedert sich in:

- die Innenverkleidung
- die Tragkonstruktion bzw. den Wandkern
- zusätzliche Schichten für die Wärmedämmung
- die Wetterschicht, z.B. Putz und Anstrich

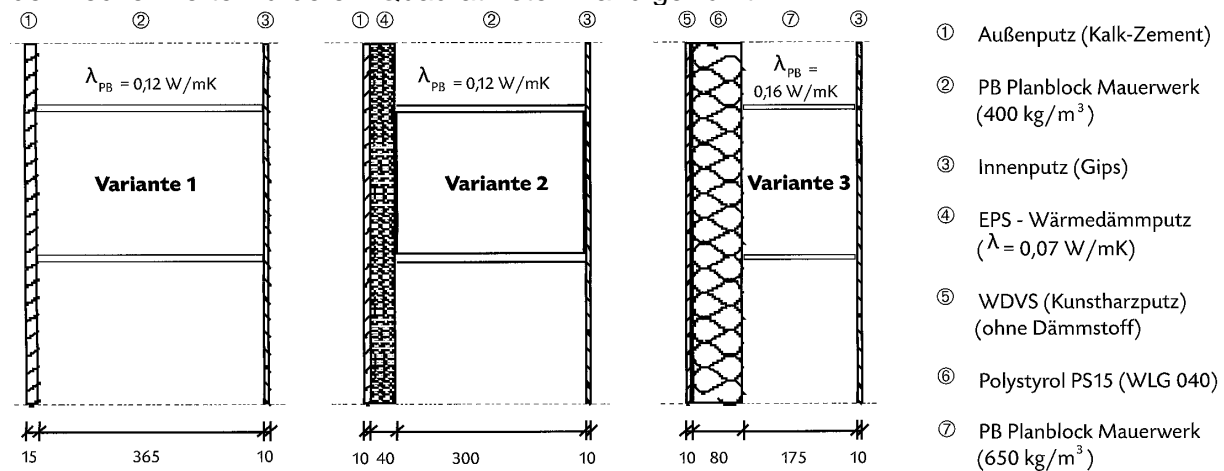
Eine Deckenkonstruktion besteht aus den Schichten:

- dem Fußboden
- dem Estrich
- der Tragkonstruktion
- der Verkleidung der Untersicht

Feinelemente setzen sich aus Leistungspositionen zusammen. Diese Leistungspositionen können Produktgruppen oder Produktfamilien sein.

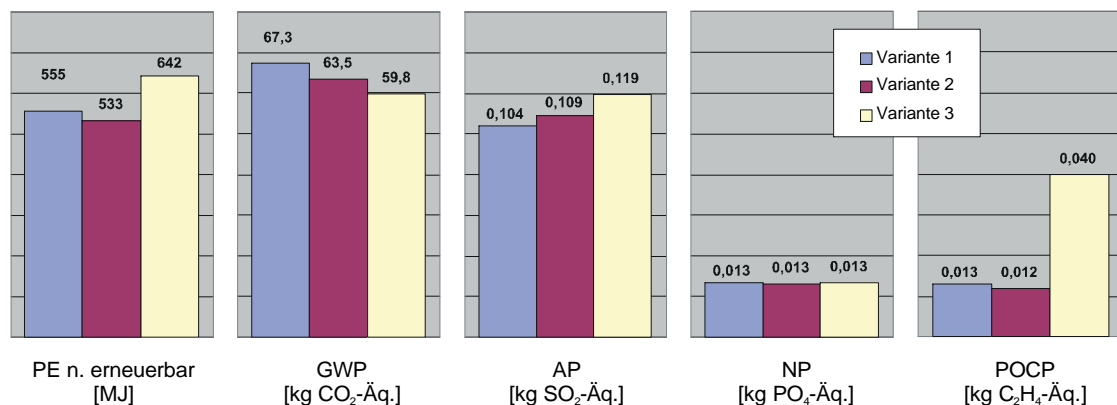
Ein Beispiel für den Vergleich auf der Elementebene zeigt Abbildung 13 für eine Außenwand aus Porenbeton [BS+E 1999]. Verglichen werden drei Varianten aus gemauerten Porenbetonsteinen ohne und mit zusätzlicher Wärmedämmung. Die drei Varianten haben eine unterschiedliche Gesamtwandstärke von 390, 360 und 275 mm. Als Anforderungen sind hier ein k-Wert von etwa  $0,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  und eine vergleichbare Tragfähigkeit vorgegeben. Zur Vollständigkeit der Beschreibung wäre hier noch die Komponente "Mörtel" vonnöten.

Die dargestellten Konstruktionen erfüllen diese Anforderungen auf unterschiedliche Weise, d.h. mit unterschiedlichen Bauproduktgruppen. Als funktionales Äquivalent zur Darstellung der Rechenwerte wurde ein Quadratmeter Wand gewählt<sup>14</sup>.



**Abbildung 13: Bauelement "Außenwand", Ausführung in Porenbeton mit und ohne Wärmedämmung [BS+E1999].**

Die Ergebnisse einer ökologischen Bilanzierung sind für ausgewählte Kriterien in Abbildung 14 dargestellt. Heraus vergrößert und in Abbildung 15 genauer gezeigt ist die Zusammensetzung des Kriteriums "PE n. erneuerbar" (Primärenergie, nicht erneuerbar).



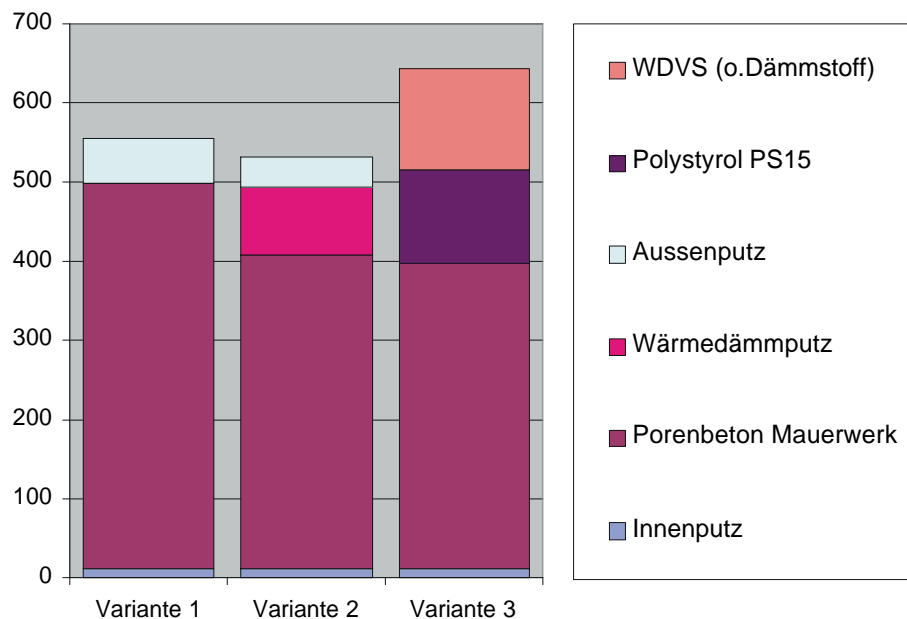
**Abbildung 14: Ökologische Bilanzierung für ausgewählte Kriterien [BS+E 1999].**

Der jeweils unterschiedliche Primärenergieanteil des Porenbetons ergibt sich aus dessen unterschiedlichem Anteil (Wanddicke) in den Varianten. Durch die Verwendung von Kunststoff-Isolationsmaterial (Polystyrol + Kunstharzputz) mit ihren im Vergleich zum Porenbeton höheren Primärenergieaufwänden kann hier ökologisch nichts gewonnen werden.

Insgesamt wäre die dritte Variante am ehesten zu verwerfen. Käme die zweite Wandkonstruktion mit dem Dämmputz bei den hier dargestellten Kriterien auch knapp als ökologisch günstigste unter den verbleibenden Varianten heraus, so müßten doch für die Entscheidung weitere Gesichtspunkte wie die Haltbarkeit des Dämmputzes und evtl. Probleme im Zusam-

<sup>14</sup> Mit dieser Wahl des funktionalen Äquivalents "m² Wand" wird ein anderer Aspekt vernachlässigt. Die drei Varianten haben eine unterschiedliche Gesamtwandstärke von 390, 360 und 275 mm. Bei gegebenen äußeren Grundrißmaßen liefert die dünnste Wand die größte Nutzfläche. (Bei 10m Außenlänge eines quadratischen Bauwerks liegt der Nutzflächengewinn bei ca. 5%.) Um einen entsprechend vom Nutzflächengewinn abhängigen Anteil können die dargestellten ökologischen Wirkgrößen der dünnsten Wand gegenüber der dicksten zusätzlich verringert werden, wenn ein Nutzflächenbezug beim funktionalen Äquivalent gewählt würde. Auch die Aspekte des Schallschutz und des Brandschutz wurden bei den Varianten vernachlässigt.

menhang mit der späteren Beseitigung herangezogen werden. Die Berücksichtigung aller relevanten Aspekte des Lebenswegs erfordert eine entsprechend systematische Darstellung.



**Abbildung 15: Anteil der Produktgruppen an der Primärenergie (nicht erneuerbar) der drei Varianten.**

Wenn sich die Planenden für ein bestimmtes Bauelement entschieden haben und in die Konkretisierungsphase eintreten, möchten sie die ökologisch besten und ökonomisch günstigsten dazu erhältlichen Handelsprodukte, d.h. die mit den niedrigsten Belastungen verbundenen, einsetzen. Die für die Auswahl der Handelsprodukte benötigten Daten müssen nunmehr herstellerspezifisch vorliegen, wenn dies möglich sein soll.

## 3.2 Produktgliederung und Produktgruppen

Aus Konsistenzgründen (Verbindung der Elementebene und der Produktgruppenebene) ist es erforderlich, daß für die gesamte Palette der Bauprodukte eine Gliederung gefunden wird, welche die Bauprodukte nach ihren Merkmalen unterscheidet und an die Elementgliederung an koppelt.

### 3.2.1 Merkmale

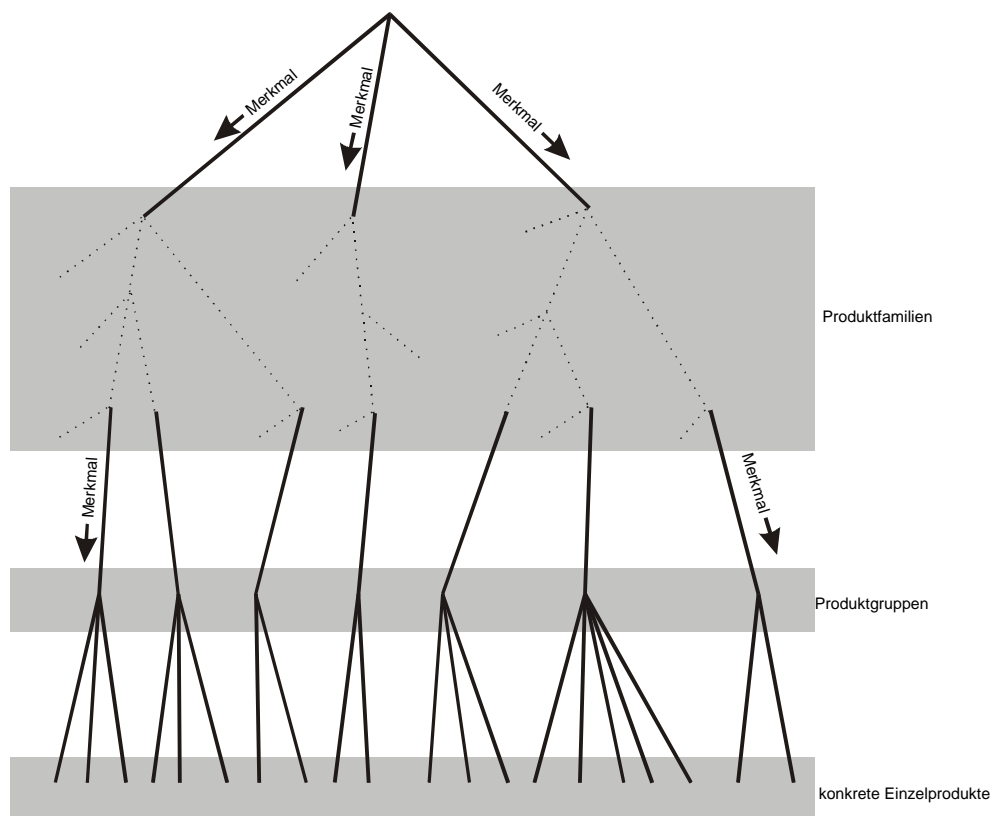
Bei der systematischen Gliederung von Bauprodukten wird der Begriff des Merkmals verwendet. Merkmale eines Bauprodukts sind alle Eigenschaften des Produkts, die zur Unterscheidung des Produkts bei der Einordnung in Produktgruppen erforderlich sind. Merkmale sind unter anderem die Funktion, die übliche Verwendung, das Material, die Form, die Verarbeitbarkeit, die Lebensdauer, etc.

Ein Merkmal ist ein sachliches Element aus einem Satz von Elementen, der Zweck, Anwendungen, stoffliche Zusammensetzung, technische und ökologische Eigenschaften, usw. der Bauproduktgruppe bzw. des Bauprodukts beschreibt. Anhand von Merkmalsvergleichen wird die Einordnung eines Bauprodukts in eine Bauproduktgruppe vorgenommen.

Eine Produktgruppe wird definiert durch einen bestimmten Satz von Merkmalen. Produkte mit dem gleichen Satz von Merkmalen gehören in die gleiche Produktgruppe.

Zu einer Produktgruppe müssen die Merkmale und die Schnittstellen zu den darüberliegenden Gliederungsstufen definiert werden. Die Definition der unterschiedlichen Produktgruppen hängt damit entscheidend von der Wahl der Merkmale ab. Durch die Wahl der Merkmale einer Produktgruppe und die Definition der darüberliegenden Gliederungsstufen wird implizit eine Gliederung erzeugt. Produktgruppen mit gemeinsamen Teilsätzen von Merkmalen lassen sich zu höheren Gliederungsebenen zusammenfassen. Es entsteht ein Gliederungsbaum.

Abbildung 16 stellt einen solchen Gliederungsbaum vereinfacht dar. Es ist durchaus möglich, daß eine größere Anzahl von höheren Gliederungsebenen durchschritten werden muß, um zur Produktgruppe zu gelangen. Dabei kommt es vor, daß die Tiefe der Gliederung in den einzelnen Produktgruppen unterschiedlich ist. Dieser Sachverhalt bereitet keine Schwierigkeiten beim Vergleich von Produkten innerhalb einer Produktgruppe.



**Abbildung 16: Gliederung mit Hilfe von Merkmalen.**

### 3.2.2 Funktionale Äquivalenz und übliche Verwendung

Die Dienstleistung eines Bauwerks ist in der Regel komplex zusammengesetzt und wird durch eine Reihe von Funktionen erfüllt. Beispielsweise wird die Dienstleistung "Tageslichtnutzung" unter anderem durch die Funktion "Transparenz" des Bauteils "Fenster" erbracht.

Es erscheint also denkbar, das funktionale Äquivalent der Dienstleistung eines Bauwerks weiter zu untergliedern und soweit funktionale Unterelemente zu definieren, bis es dafür unterschiedliche stoffliche Zusammensetzungen gibt, die über den Markt mit Handelsprodukten bedienbar sind. An die Stelle des hoch aggregierten Vergleichs auf der Bauwerks-ebene kann dann der Vergleich untergeordneter Gliederungselemente treten. Üblicherweise

ist dies im Planungsprozeß die Bauelementebene und im Ausführungsprozeß die Produktebene (siehe Abbildung 12).

Bei der Anwendung der Merkmale wird die Funktion bzw. funktionale Äquivalenz als primäres Merkmal verwendet. Es läßt sich auch sagen, daß die Produkte einer Produktgruppe durch funktionale Äquivalenz gekennzeichnet sind. Die funktionale Äquivalenz hängt eng zusammen mit der üblichen Verwendung. Die übliche Verwendung ist der Kernbereich der funktionalen Äquivalenz.

Bei der Definition jeder Produktgruppe muß die übliche Verwendung genau ermittelt werden. Die übliche Verwendung ist das Hauptmerkmal für die Einordnung eines Produkts in eine Produktgruppe. Am Beispiel einer Tür wird die Gliederung nach funktionalen Aspekten in Anhang D.2 wiedergegeben.

Bei der Wahl der Bezugsgröße ist es notwendig, den produktinhärenten Sinn zu beachten. Bei der Bewertung von beispielsweise einer Dämmung ist es sinnvoll die Bezugsgröße "1m<sup>2</sup> Dämmung mit vorgegebenem k-Wert" zu verwenden und nicht etwa das Gewicht oder das Volumen.

Nur wenn es nicht möglich oder sehr schwierig ist, die Bezugsgröße in diesem Sinne festzulegen (z.B. "Dichtigkeit pro Zeit" für Abdichtungen), dann muß auf eine andere Bezugsgröße zurückgegriffen werden. Oft wird in diesen Fällen die Masse oder das Volumen als Bezugsgröße herangezogen. Vor der Verwendung dieser Größen ist zu prüfen, ob es nicht eine andere produktinhärente Bezugsgröße gibt.

### 3.2.3 Material

Als nächstes Merkmal wird das Material, welches das Produkt charakterisiert, zur tieferen Gliederung verwendet.

### 3.2.4 Produktgruppe und Generisches Produkt

Der Begriff Produktgruppe ist in Art. 3 (3) in [EWG 1992] definiert (Erzeugnisse, die gleichen Zwecken dienen und für gleichwertige Anwendungen vorgesehenen sind). Diese Definition wird in der Studie um den Zusatz "und die miteinander konkurrieren" erweitert. Diese Ergänzung drückt aus, daß die Produkte am Markt gleichwertige Alternativen darstellen und sich deshalb auch in einer Produktgruppe befinden (können).

Eine Bauproduktgruppe ist eine Sammlung aller Bauprodukte, die gleichen Zwecken dienen und für gleichwertige Anwendungen vorgesehenen sind [EWG 1992] und die miteinander konkurrieren.

Eine Bauproduktgruppe ist durch einen Satz von Merkmalen definiert.

Das Ergebnis der Planung von Bauwerken ist, daß über die funktionalen Aspekte auf einer höheren Gliederungsebene als die Gliederungsebene Produktgruppe entschieden wird. Für diese Gliederungsebenen wird der Begriff Produktfamilie verwendet. Diese Entscheidung für eine Produktfamilie hängt von der vorangegangenen Wahl der Konstruktionsart und anderen Randparametern (z.B. baurechtliche Einschränkungen, Wünsche der Bauherrschaft, etc.) ab. Bereits auf dieser Ebene benötigen Planende eine Entscheidungshilfe für die Beurteilung der Umweltbelastungen, die durch den Bauwerksentwurf und die daraus resultierenden Konstruktionsentscheidungen verursacht werden.

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
P r o d u k t g r u p p e n			Kunstharzputz (WDVS)
	Außenputz (Kalk-Zement)	Außenputz (Kalk-Zement)	
		Dämmputz (EPS)	
			Polystyrol Dämmstoff
	Porenbeton 400 kg/m <sup>3</sup>	Porenbeton 400 kg/m <sup>3</sup>	
			Porenbeton 650 kg/m <sup>3</sup>
	Mörtel	Mörtel	Mörtel
	Innenputz (GIPS)	Innenputz (GIPS)	Innenputz (GIPS)

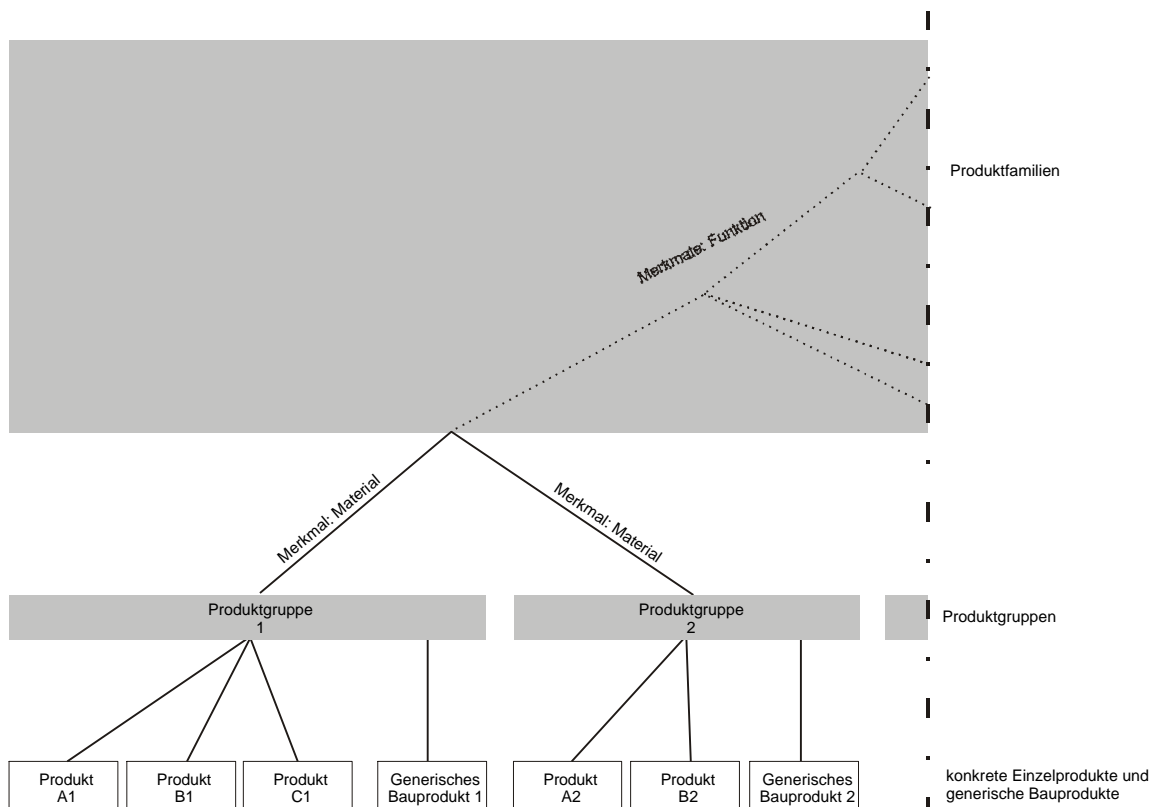
**Tabelle 14: Elementvarianten der Außenwand mit ihren Produktgruppen.**

Auf der funktionalen Gliederungsebene, d.h. auf der Ebene der Produktfamilien, können funktional äquivalente Bauelemente, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen, verglichen werden.

Abbildung 17 ist ein vergrößerter Ausschnitt aus Abbildung 16. In dieser Ausschnittsvergrößerung ist dargestellt, daß zur Unterscheidung der Produktfamilien stets das Merkmal Funktion verwendet wird. Der entscheidende, letzte Gliederungsschritt, der zur Produktgruppe führt, geschieht unter Verwendung des Merkmals Material.

Die in Abbildung 13 dargestellten Varianten des Bauelements "Außenwand" enthalten die in Tabelle 14 wiedergegebenen Produktgruppen als verfeinerte Gliederungselemente:

Die Merkmale einer Produktgruppe sind bei ihrer Definition für die Gliederung entsprechend zu dokumentieren. Dadurch wird das Gliederungsverfahren dokumentiert und die Gliederung erweiterbar.



**Abbildung 17: Produktfamilien, Produktgruppen und Generische Bauprodukte**

Die Neudefinition von Merkmalen und die damit einher gehende Änderung der Gliederung (die wahrscheinlich in den meisten Fällen in einer Verfeinerung besteht) erlaubt, kontrolliert und in angemessener Zeit, auf Änderungen des dynamischen Markts zu reagieren.

Durch die Definition der Merkmale wird der Rahmen geschaffen, um Produkte zu gruppieren. Zusätzlich wird ein Rahmen benötigt, um Produktgruppen mit im Kern gleichen Funktionen innerhalb der Elementplanung vergleichen zu können.

Zu diesem Zweck wird auf dieser Stufe ein "generisches Produkt" der Produktgruppe als spezielle, strukturierte Sammlung von Merkmalen der existierenden Handelsprodukte dieser Produktgruppe gebildet und der Produktgruppe zugeordnet. Die Merkmale des "generischen Produkts" bestehen grundsätzlich aus der Gesamtheit der zu den Handelsprodukten einer Produktgruppe existierenden Merkmale.

### 3.3 Bestehende Gliederungen und Sammlungen von Bauprodukten

Im folgenden werden verschiedene Gliederungen oder Sammlungen von Produktgruppen, die zur Zeit existieren, beschrieben. Es wurde untersucht, inwieweit sie für die benötigte Bauproduktengliederung in Frage kommen. Im einzelnen sind dies:

- DIN 276 Kosten von Hochbauten
- DIN NABau KOA 03 Koordinierungsausschuß "Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz": Leitfaden zur Beurteilung von Bauprodukten unter Gesundheitsaspekten
- Deutsches Institut für Bautechnik, Bauregelliste A Teil 1
- Deutsches Institut für Bautechnik, Verzeichnis der Bauaufsichtlichen Zulassungen
- GISBAU (Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft)
- Deklarationsraster für ökologische Bauprodukte (SIA)
- European Product Information Co-operation (EPIC)

#### 3.3.1.1 Deutsches Institut für Normung

Es existieren für Bauprodukte zwei relevante Gliederungen des Deutschen Instituts für Normung: "DIN 276: Kosten von Hochbauten" und die bisher nicht veröffentlichte Arbeit des KOA 03: "Bauprodukte und ihre Behandlung im DIN" [NABAU 1999].

Für die Zuweisung der Bauprodukte auf Ebene der Bauteile und Konstruktionen ist die DIN 276 hilfreich und entspricht den zur Zeit geltenden Regeln der Technik. Die Gliederung beschränkt sich hauptsächlich darauf, nach dem Aspekt der Funktion zu gliedern und orientiert sich am Ablauf des Bauprozesses. Sie ist aufgrund ihrer niedrigen Gliederungstiefe nicht ausreichend, um alle Merkmale einer Produktgruppe zu erfassen. Jedoch kann sie ein Merkmal für eine Produktgruppe (wird verwendet in Kostengruppe XXX) darstellen.

Die Gliederung des KOA 03 [NABAU 1999] ist eine Mischung aus Merkmalen, die Funktion und das Material betreffen. Die Gliederung des KOA 03 deckt die momentan am Markt üblichen Produkte ab, ist aber gegenüber neuen innovativen Produkten bisher zurückhaltend. Diese Gliederung vermischt mehrere Merkmale (insbesondere Funktion und Material). Durch diese Tatsache werden einzelne Gliederungspunkte inkonsistent, da es Überschneidungsbereiche gibt. Hilfreich für eine genauere Untersuchung der Produkte ist dagegen die Zuordnung von Normen und zuständigen Ausschüssen zu den entsprechenden höheren Gliederungsebenen.

#### 3.3.1.2 Deutsches Institut für Bautechnik

Das Deutsche Institut für Bautechnik veröffentlicht die Bauregellisten (A, B und C) [DIBT 1998] und vergibt in Deutschland die Bauaufsichtlichen Zulassungen.



Die Bauregelliste A Teil 1 nennt geregelte Bauprodukte für die technische Regeln oder Normen existieren. Bei wesentlichen Abweichungen von den technischen Regeln kann eine Bauaufsichtliche Zulassung vergeben werden. Im Teil 2 und Teil 3 finden sich nicht geregelte Bauprodukte, die eine geringere Bedeutung haben, als die Produkte im Teil 1 und nur ein allgemeines Bauaufsichtliches Prüfzeugnis benötigen. In der Bauregelliste B befinden sich Produkte aus dem Europäischen Warenverkehr mit CE-Kennzeichnung. Die Bauregelliste C enthält Produkte für die weder technische Baubestimmungen noch allgemeine Regeln der Technik existieren. Es handelt sich hierbei um untergeordnete Produkte für die keine bauaufsichtlichen Nachweise erforderlich sind.

Die Bauregellisten und die Bauaufsichtlichen Zulassungen basieren nicht auf der selben Gliederung.

Beide Gliederungen vermischen Funktions- und Materialmerkmale und haben daher ähnliche Konsistenzprobleme wie die Gliederung des KOA 03. Die Bauregelliste A gibt Zuordnungen von Normen und technischen Regeln zu höheren Gliederungsebenen von Produkten und ist daher ebenso hilfreich, wie die Gliederung des KOA 03.

### 3.3.1.3 Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft

Die Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft haben 1989 die Erarbeitung des "Gefahrstoffinformationssystems der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft" (GISBAU) in Auftrag gegeben und wurden dabei vom BMBF über die Projektträgerschaft "Arbeit und Technik" unterstützt.

Für die Ermittlung der generischen Produkte im Zusammenhang mit der Vergabe eines Umweltzeichens und deren jeweiliger Problemliste ist es von Interesse, durch welche Art von Bautätigkeit Problemstoffe in die Bauwerke oder in die Umwelt gelangen. Zu dieser Art von Analyse liefert das Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft GISBAU reiches Material sowohl für die Herstellungsphase der Bauwerke, die Instandhaltung bzw. Erneuerung als auch für den Abbruch. Ausführliche Darstellungen zu den Tätigkeitsbereichen befinden sich in [Rühl 1998]

GISBAU ermittelt Informationen zu Gefahrstoffen in Bauprodukten nach den Vorschriften der Gefahrstoffverordnung und stellt sie vornehmlich für die Baubranche zur Verfügung. Das DV-System WINGIS [WINGIS 1997], das als ein Teil der GISBAU-Aktivitäten entwickelt wurde, erlaubt den Nutzenden, sich über das Gefahrenpotential eines Handelsproduktes zu informieren und Sicherheitsratschläge zu erhalten.

Zentrales Ordnungskriterium in GISBAU ist die Produktgruppe mit weiteren Untergliederungen nach Verwendungszweigen und Konzentrationsbereichen der Problemstoffe. Jedes Handelsprodukt, das Gefahrstoffe enthält und GISBAU bekannt gemacht wird, wird einer Produktgruppe bzw. einem Verwendungszweig zugeordnet. Für die im Rahmen der Studie [ENQ 1999] vorgenommenen Auswertungen der GISBAU-Daten standen die Handelsnamen der Produkte jedoch nicht zur Verfügung.

<b>GISBAU-Gewerbezweig</b>
Arbeiten im kontaminierten Bereich
Bauhof
Bau- und Betonsanierung
Dachdecker
Entschichten
Fliesenlegearbeiten
Fußbodenlegearbeiten
Gebäudereiniger
Hochbau

Holzleime
Holzschutzmittel
Isolierer
Maler und Lackierer / Beschichtungsstoffe
Parkettverlege- und Schleifarbeiten
Säurebau
Sonstiges

**Tabelle 15: GISBAU-Gewerbezweige.**

In der vorliegenden GISBAU-Datenbank sind 173 Inhaltsstoffe enthalten, die 603 Produktgruppen zugeordnet werden können. Die Produktgruppen sind in 193 Produkthauptgruppen, diese in 51 Produktklassen zusammengefaßt. Zu den Produktgruppen besteht ein Zugang über Gewerbezweig (siehe Tabelle 15), Verwendung und Differenzierung. Als Beispiel ist in Anhang A der Gewerbezweig "Maler und Lackierer / Beschichtungsstoffe" wiedergegeben.

Es liegt eine weitere Tabelle vor, in der die minimalen und maximalen Gehalte dieser Inhaltsstoffe in Produktgruppen erfaßt sind, die in den Tätigkeitsbereichen Fliesenlegen, Fußbodenlegen, Parkettlegen, Malen und Lackieren / Beschichten, Entschichten, Holzschutz, Steinfestigen und -imprägnieren sowie Gebäudereinigen zur Anwendung kommen.

Die Produktgruppen sind mit R-Sätzen, S-Sätzen und Abfallnummern verknüpft, sowie mit Gefahrstoffsymbolen, Wassergefährdungsklassen und Baustoffklassen (Brandschutzklassen). In der vorliegenden Version besteht keine direkte Verknüpfung zwischen den Inhaltsstoffen der Produktgruppen und diesen kennzeichnenden Tabellen, was wünschenswert wäre.

Auf der Differenzierungsstufe sind Produktgruppenmerkmale enthalten, die einmal auf den Verwendungszweck hinweisen, ein anderes Mal auf die stoffliche Zusammensetzung. In dieser Form kann GISBAU nicht ohne Überarbeitung als Produktgruppen-Gliederung für die hier verfolgten Zwecke verwendet werden. Da die Informationen allerdings sehr detailliert sind, sollte eine Zuordnung zu der Bauproduktgliederung bzw. zu den generischen Produkten angestrebt, d.h. eine Verwendung der GISBAU Informationen auch im Kontext der Vergabe des Umweltzeichens möglich gemacht werden.

Die Weiterentwicklung des GISBAU-Informationssystems betrifft derzeit die Übermittlung von Sicherheitsinformationen entlang der Wertschöpfungskette eines Produktes [GISBAU 1999].

Dazu wurde ein Leitfaden erarbeitet und der Fachöffentlichkeit zur Diskussion vorgestellt [Gefahrstofftage 1999]. In diesem Leitfaden wird versucht, prozeßorientiert (d.h. tätigkeits- und aufgabenorientiert) durch das Gefahrstoffrecht zu führen. Im Mittelpunkt stehen die einzelnen Unternehmensprozesse und nicht mehr die Rechtsvorschriften oder Verordnungen. Prozeßmodule sind vorgesehen für Rohstoffhersteller, Hersteller von Ausgangsprodukten (Formulierer I), Hersteller von Endprodukten (Formulierer II), Weitergabe an den beruflichen Endverbraucher, Beruflicher Endverbraucher, Entsorger. Die Nähe zur Lebenszyklusorientierung in der Umweltanalyse ist offensichtlich. Die Produktdeklaration als Teil des Umweltzeichens und dieser Typ der Gefahrstoffkennzeichnung könnten sich gegenseitig ergänzen.

Vorschlag für eine zukünftige Aufgabe:  
Zusammenstellung einer Task-Force zur Verbindung des GISBAU-Konzepts mit der Bauproduktdeklaration, der Bauproduktgliederung bzw. den generischen Bauprodukten

#### 3.3.1.4 Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Der Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein stellt über das WWW<sup>15</sup> eine Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten zur Verfügung.

Grundlage für die Deklaration ist [SIA 1997]. Sie definiert für 14 Bauproduktgruppen (siehe Tabelle 16), welche Merkmale in welcher Form und Terminologie zu deklarieren sind.

Die Produktdeklarationen können über eines oder eine Kombination der folgenden Suchkriterien gefunden werden: Produktgruppe, Hersteller oder Produktbezeichnung. Die Deklarationen sind so formatiert, daß sie ausgedruckt werden können.

Auch diese Sammlung von Produktgruppen ist für die hier verfolgten Zwecke ungeeignet. Die Merkmale Funktion, Material und Form sind stark durchmischt. Da jedoch für diese Gruppen bereits Kriterien bestimmt wurden, ist es empfehlenswert, diese Deklarationen bei der Kriterienerstellung mit heranzuziehen.

		Funktion	Material	Form
01	Beton, Mauersteine und andere Massivbaustoffe		x	
02	Mörtel und Putze		x	
03	Flachglas		x	x
04	Metallbaustoffe		x	
05	Holzwerkstoffe		x	
06	Klebstoffe	x	x	
07	Fugendichtungsmassen	x		
08	Dichtungsbahnen und Schutzfolien	x		
09	Wärmedämmstoffe	x		
10	Tapeten	x		
11	Bodenbeläge	x		
12	Türen	x		
13	Rohre			x
14	Beschichtungen und Verbundmaterialien	x	x	

**Tabelle 16: Produktgruppen des SIA.**

#### 3.3.1.5 European Product Information Co-operation

Die Gliederung der European Product Information Co-operation (EPIC) [EPIC 1993] unterscheidet nach den drei Aspekten Funktion, Material und Form für ein Bauprodukt.

Diese Gliederung ist sehr umfangreich. Bei 1495 Einträgen für Funktion gibt es 121 Einträge für Material und 172 Einträge für Form. Hierin zeigt sich die Feinheit und der hohe Detaillierungsgrad der EPIC-Gliederung.

Die EPIC Gliederung nimmt den Funktionsaspekt als erstes Gliederungskriterium. Form und Material werden als nachrangige Unterscheidungskriterien verwendet. Eine Ausnahme sind Produkte mit Multi-Funktionseigenschaften, die unter einer eigenen Überschrift gruppiert werden.

Diese Gliederung wird im Rahmen der ursprünglichen Kooperation nicht weiter bearbeitet.

---

<sup>15</sup> <http://www.sia.ch>

Zur Ordnung der Produktgruppen, die bei der Vergabe eines Umweltzeichens gebildet werden müssen, und im Hinblick auf die Elementgliederung der Bauwerksplanung wird die EPIC-Gliederung als geeignet angesehen.

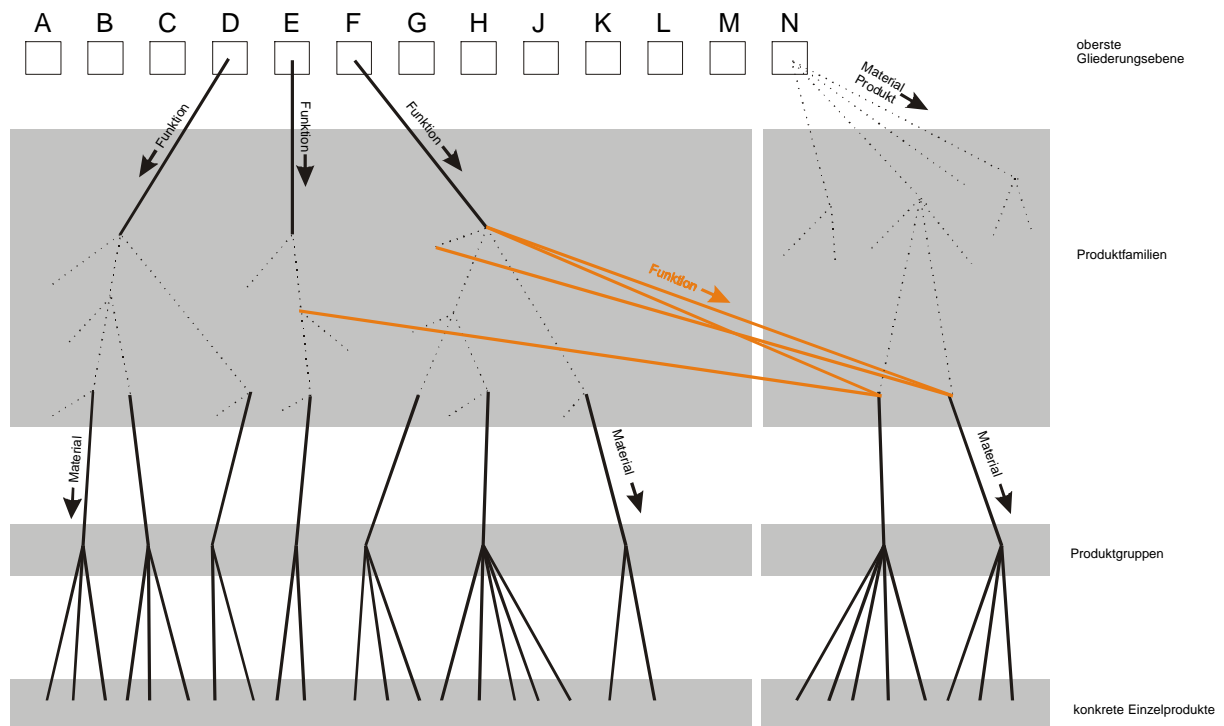
### 3.4 Herangezogene Gliederung

Als Grundlage der hier vorliegenden Arbeit wurde die Gliederung der European Product Information Co-operation (EPIC) verwendet [EPIC 1993].

Die oberste Gliederungsstufe nach Funktion stellt gleichzeitig die höchste Gliederungsebene der Produktgruppen dar. In Tabelle 17 sind diese 13 Gliederungsebenen angegeben.

- A Tragstrukturen / Fachwerke
- B Bedeckungen und nicht tragende Bestandteile
- C Zugangs- / Sperr-Produkte
- D Bereitstellen, Verteilen und Entsorgen von Flüssigkeiten und Gasen
- E Lüftung und Luftbehandlungsanlagen
- F Bereitstellen, Verteilen und Entsorgen von Feststoffen
- G Erzeugen, Bereitstellen und Verteilen elektrischer Energie
- H Information und Kommunikation
- J Transportmittel - Personen - Güter - Wartung
- K Möbel und Dekoration
- L Produkte zur Verbesserung und Reparatur
- M Verbindende und befestigende Produkte, allgemeine Eisenwaren
- N Allgemeine Materialien und Produkte

**Tabelle 17: Höchste Gliederungsebenen der EPIC-Gliederung.**



**Abbildung 18: EPIC-Gliederung und Produktgruppen.**

Jeder Versuch eine streng hierarchische Gliederung aufzubauen, kann den im Bauwesen verwendeten Produkten nicht gerecht werden. Eine adäquate Darstellung ist die Trennung in hierarchisch nach Funktion gegliederte und anders (z.B. nach Material) gegliederte Produkte.

Die Gliederungspunkte A bis M trennen sehr scharf die einzelnen Funktionen, d.h. es wird eine eindeutige Gliederung aufgebaut, in der die Produkte den Funktionen eindeutig zugeordnet sind. Der Gliederungspunkt N enthält Produktgruppen, die eine mehrfache Funktionalität besitzen und nicht eindeutig den anderen Gliederungspunkten zugeordnet werden können. Diese Produkte werden überwiegend über Material und Form gegliedert, da eine Gliederung nur über den Funktionsaspekt hier nicht möglich ist (Multi-Funktionalität).

Diese Art der Gliederung führt zu einem eindeutigen Teilbaum (A-M) und einem mehrdeutigem Teilbaum (N). Abbildung 18 als Erweiterung der Abbildung 16 macht diesen Zusammenhang graphisch deutlich.

Wie im Zusammenhang mit Abbildung 12 bereits erläutert, können Leistungspositionen Produktgruppen sein. Wird die EPIC-Gliederung unter dem Aspekt des Übergangs von höchster Gliederungsebene zu Produktgruppen mit dem Übergang von Feinelementen zu Leistungspositionen betrachtet, so fällt dabei auf, daß die Strukturen ähnlich sind. Tatsächlich entspricht der Übergang von Feinelementen zu Leistungspositionen dem Übergang von der höchsten Gliederungsstufe der EPIC-Gliederung zu Produktgruppen für ein Umweltzeichen. Dies bedeutet, daß Feinelemente in den obersten Gliederungsebenen (A-N) der EPIC-Gliederung abgebildet werden können. Auch Produktgruppen können immer in Leistungspositionen abgebildet werden. Allerdings sind nicht alle Leistungspositionen auch Produktgruppen, da die Bauprozesse ebenfalls zu den Leistungspositionen gerechnet werden müssen und natürlich keine Produktgruppen darstellen.

### 3.5 Zusammenfassung

Bei der Planung findet mit fortschreitender Planung ein Übergang von funktionaler Beschreibung auf Bauteilebene zu einer Materialwahl und letztendlich zu einer Produktwahl statt. Beim Planen werden bereits die wesentlichen ökologischen Randparameter festgeschrieben.

Die gewählte EPIC-Gliederung ist sehr umfassend und detailliert. Sie kann zu 80 bis 90% den Bedarf an Produktgruppen abdecken und ist daher eine gute Orientierung.

Die Entscheidung, wie detailliert eine Produktgruppe gegliedert werden muß, muß für jede Produktgruppe von einem sachkundigen Gesprächskreis problembezogen gefällt werden. Dies ist die Aufgabe des später erläuterten Produktgruppenforums.



## 4. Produktgruppen-Bibliothek

Vorgeschlagen wird, eine Produktgruppen-Bibliothek im Internet zu schaffen, in der die ökologisch relevanten Daten zu den Produktgruppen von den interessierten Kreisen gesammelt und der Diskussionsstand zur jeweiligen Produktgruppe bereitgehalten wird (siehe Abbildung 19). Für eine Produktgruppe sind zwei Elemente von Bedeutung: es sind dies die "generischen Produktinformation" und die "Produktgruppen-Foren". Zu jeder Produktgruppe gibt es ein "generisches Bauprodukt" und ein "Produktgruppen-Forum". Das generische Produkt ist verbunden mit den "generischen Produktinformationen".

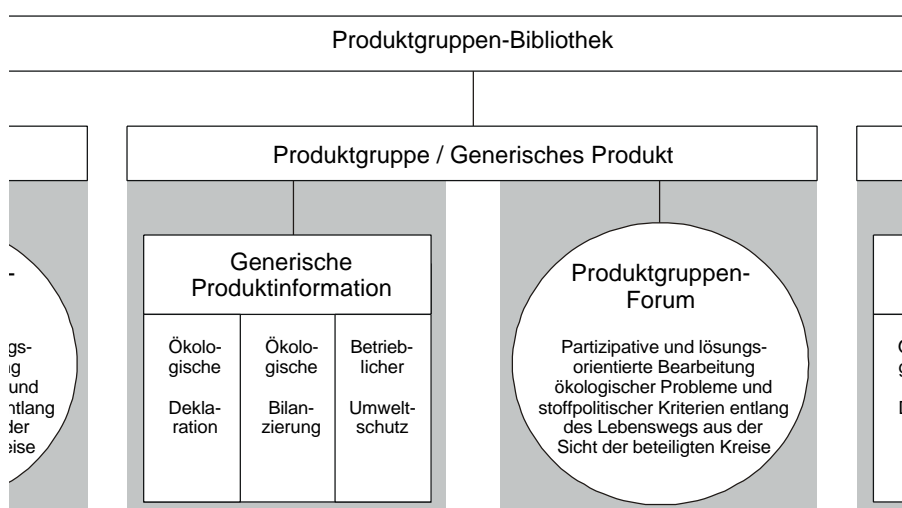
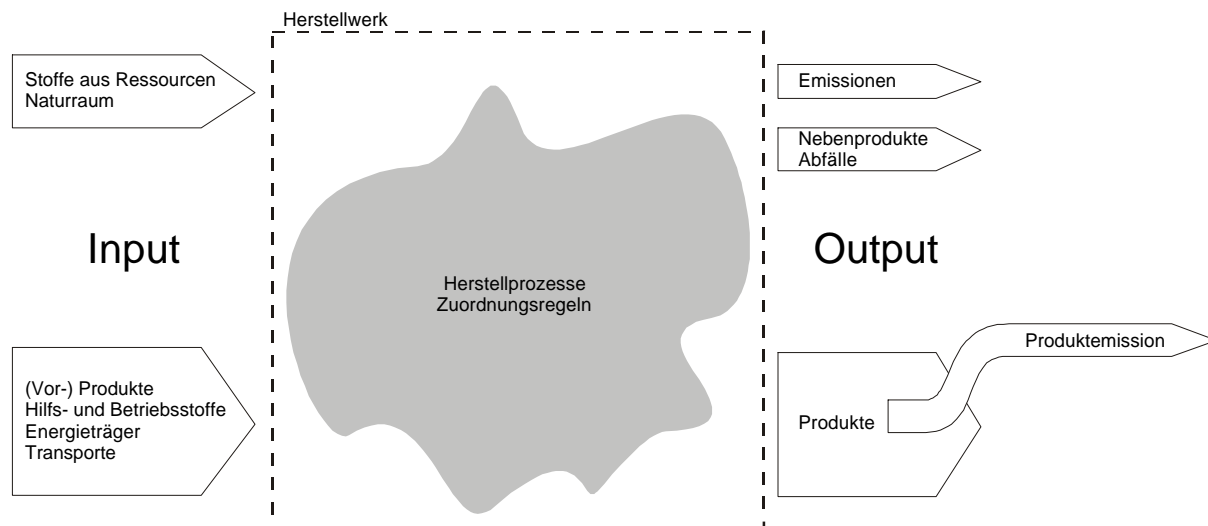


Abbildung 19: Produktgruppen-Bibliothek.

### 4.1 Generische Produktinformation und generisches Bauprodukt

Die umwelt- und gesundheitsbezogene Beurteilung von Bauprodukten bedarf einer produktspezifischen Datenbasis in Form von Produktdeklarationen, Sachbilanzen und Angaben zu den Emissionen der Produkte selbst. Für die globalen und lokalen Effekte bedarf es der getrennten Ermittlung. Die bereitzustellenden Informationen sollen in einem einheitlichen Bezugssystem erstellt werden. Abbildung 20 zeigt den Bilanzraum "Herstellwerk" mit Input- und Output-Strömen.

Besonders zu beachten sind die das Werk verlassenden Produkte wegen möglichen, eigenen Emissionen. Existieren in einer Produktgruppe unterschiedliche Herstellungsverfahren, so gibt es dafür auch jeweils einen eigenen Bilanzraum. Zur Unterstützung des Verständnisses der dargelegten Information kann es sinnvoll sein, eine (oder mehrere) Standardrezepturen zu definieren, auf denen das generische Produkt beruht.



**Abbildung 20: Bilanzraum "Herstellwerk" mit Input- und Output-Strömen**

Die generische Produktdeklaration beschreibt die mittleren technischen Eigenschaften der Handelsprodukte der Gruppe, sie beschreibt das Geschehen in diesem Bilanzraum bezogen auf die erzeugten Produkte sowie einige Aspekte aus vor- und nachgelagerten Lebensphasen mit Umwelt- und Gesundheitsrelevanz. Auf der Input-Seite beschreibt die generische Produktdeklaration die Inhaltsstoffe, aus denen die Handelsprodukte zusammengesetzt sind. Die Generische Produktdeklaration enthält mittlere Werte aller Hauptbestandteile der Handelsprodukte der Produktgruppe sowie die üblicherweise verwendeten Zusatzstoffe, Ausrüstungen, sowie Hilfs- und Betriebsstoffe oder die mit der Herstellung verbundenen Nebenprodukte und Abfälle. Insbesondere bei den Zusatzstoffen und den Ausrüstungen kann es von Hersteller zu Hersteller Unterschiede geben, die nicht ohne weiteres als Mittelwert angegeben werden können. Die Zusatzstoffe sollten deshalb soweit wie möglich nach Funktionen gegliedert werden. (z.B. Antioxidantien, Brandschutzmittel etc.), so daß die bekannten Varianten der in Frage kommenden Handelsprodukte hier notiert werden können. In dieser Form ist die Generische Produktdeklaration in ihren stofflichen Teilen eine notwendige Voraussetzung zur Erstellung einer generischen Sachbilanz.

Die Sachbilanz ist Kern der ökologischen Bilanzierung als einer abgestimmten Methode zur Zuordnung der Input- und Outputströme zu einer Produkteinheit (funktionale Einheit) und zur Ermittlung der mit der Herstellung und Verwendung ausgelösten Umweltbelastungen. Sie dient damit zur Vertiefung und Systematisierung der mit der Produktdeklaration begonnenen Beschreibung der Umwelteffekte.

Die generischen Informationen zum Umweltschutz beschreiben den Stand der Umweltmaßnahmen in den Herstellerbetrieben der Handelsprodukte der Produktgruppe.

Aus den Darlegungen wird deutlich, daß die ökologische Deklaration, d.h. die generische Produktdeklaration einschließlich Emissionen des generischen Produkts und die ökologische Bilanzierung, d.h. die Sachbilanz des generischen Produkts nicht deckungsgleich sind.

#### **4.1.1 Ökologische Deklaration zum generischen Produkt**

Um eine generische Deklaration in einer Produktgruppe erstellen zu können, ist die Kenntnis der Varianten der in der Gruppe vorhandenen Handelsprodukte notwendig. Eine Methode diese Kenntnisse zu erlangen, ist die Herstellerbefragung. Dazu bedarf es eines Fragebogens. Eine andere Methode wäre die Zusammenstellung der Informationen aus öffentlichen Quellen, die ebenfalls strukturiert erfolgen müßte. Zur Strukturierung kann die Produktdeklaration verwendet werden.

Eine Produktdeklaration ist eine standardisierte und sachliche Aufstellung der Merkmale eines Produkts als Entscheidungshilfe für die ökologische Bewertung. Das Deklarations-



raster einer Produktgruppe dient zur Beschreibung der Herstellungsprozesse der Handelsprodukte einer Produktgruppe und deren durch Herstellung und Nutzung ausgelösten Umweltbelastungen. Die Deklaration ist am Lebensweg der Bauprodukte ausgerichtet.

Die hier vorgestellte Produktdeklaration basiert auf dem von der Arbeitsgemeinschaft Umweltfreundliches Bauprodukt [AUB 2000] verwendeten Raster. Das Deklarationsraster ist in die folgenden Kapitel aufgeteilt:

0. Produktbeschreibung
  1. Bestandteile
  2. Herstellung / Transporte
  3. Verarbeitung / Einbau
  4. Nutzung des Bauprodukts
  5. Besondere Einwirkungen
  6. Rückbau / Abriß
  7. Reststoffwirtschaft / Deponie
  8. Nachweise

Das Deklarationsraster des generischen Bauprodukts stellt die allgemeine Grundlage zur Erstellung spezieller Raster für einzelne Produktgruppen dar. Deklarationsraster für einzelne Produktgruppen können durch Reduzierung um nicht zutreffende Teile oder durch Hinzufügung speziell relevanter Aspekte der Produktgruppe erzeugt werden. Beispiele für Konkretisierungen von allgemeinen Rastern sind die SIA-Deklarationsraster [SIA 1997] und die Deklarationsraster des Öko-Zentrums NRW [ÖKO-NRW 1995].

Die möglichen Bestandteile eines Bauprodukts werden wie folgt definiert:

Inhaltsstoffe	Inhaltsstoffe sind alle stofflichen Bestandteile eines Produkts.
Hauptbestandteile	Alle absichtsvollen Inhaltsstoffe eines Produkts, die einen Anteil von mehr als 5 Massenprozent am Gesamtprodukt haben.
Zusatzstoffe	Alle absichtsvollen Inhaltsstoffe eines Produkts, die einen Anteil von weniger als 5 Massenprozent am Gesamtprodukt haben.
Verunreinigungen	Alle unerwünschten bzw. unvermeidbaren rohstoff- bzw. produktionsbedingten Begleiter der Hauptbestandteile bzw. Zusatzstoffe.

Eine vollständige Deklaration aller Stoffe eines Bauprodukts wird seit langem gefordert. Oft stehen zwei Hauptgründe dieser Volldeklaration im Wege: der Aufwand zur Datenerhebung und das Herstellergeheimnis. Dem kann entgegengehalten werden: Alle im Bauwesen verwendeten Produkte müssen genormt, geprüft oder bauaufsichtlich zugelassen sein. Das bedeutet, daß die entsprechenden Daten oft schon vorliegen, aber nicht öffentlich sind. Selbst wenn diese Daten nicht zur Durchführung des Prüf- oder Zulassungsverfahrens nötig sind, so werden sie doch für die Rezeptur und zu internen Kalkulationszwecken der Hersteller verwendet. Das Argument, das Herstellergeheimnis müsse gewahrt bleiben, läßt sich ähnlich wie bei der Vergabe der bauaufsichtlichen Zulassung behandeln, d.h. daß die kompletten Antragsunterlagen vertraulich hinterlegt werden, aber die für die Vergabe und den Produktvergleich wesentlichen Bestandteile strukturiert veröffentlicht werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bereits eine Reihe von Bauproduktherstellern und Fachhändlern eine strukturierte ökologische Produktdeklaration oder Ökobilanzdaten für Ihre Kunden bereithalten [AUB 2000], [Ytong 1996]. Eine andere Frage ist die nach der Ökonomie der Bearbeitung und der Bewertung der so vorgelegten Daten. Das im Produktgruppen-Forum vorgeschlagene Konzept könnte darauf eine weiterführende Antwort sein (siehe Abschnitt 4.2.2).

## **0 BAUPRODUKTDESCHEIBUNG**

- 0.1 Produktcharakterisierung
  - 0.1.1 Produktgruppe
  - 0.1.2 Beschreibung
- 0.2 Anwendungs- / Einsatzbereich des Bauprodukts
- 0.3 Produkt- / Herstellungsnorm / Zulassung
- 0.4 Güte / Qualitätssicherung
- 0.5 Lieferform / -zustand
  - 0.5.1 Abmessungen / Korngröße
  - 0.5.2 Rohdichte / Schüttdichte
  - 0.5.3 Farbe
  - 0.5.4 Aggregatzustand
  - 0.5.5 Gewicht pro Produkteinheit
  - 0.5.6 Gebindegröße
  - 0.5.7 Verpackung
- 0.6 Vertrieb
  - 0.6.1 Lieferbereich
  - 0.6.2 Bezugsquellen
  - 0.6.3 Versandart
- 0.7 Festigkeit
- 0.8 Bauphysikalische Daten (unter Bezug auf den eingebauten Zustand)
  - 0.8.1 Wärmeschutz
  - 0.8.2 Feuchteschutz
  - 0.8.3 Schallschutz
- 0.9 Brandschutz / Brandverhalten
  - 0.9.1 Brandverhalten nach DIN 4102
  - 0.9.2 Brandschutz
  - 0.9.3 Anwendungstemperaturen
- 0.10 Beständigkeit
  - 0.10.1 Frostbeständigkeit DIN 52140
  - 0.10.2 Witterungsbeständigkeit DIN 52140
  - 0.10.3 Ungezieferbeständigkeit
  - 0.10.4 Verrottungsbeständigkeit
  - 0.10.5 Bewuchsresistenz

## **1. BESTANDTEILE**

- 1.1 Standardrezeptur / Produktzusammensetzung
- 1.2 Hauptbestandteile / Grundstoffe
  - 1.2.1 Sämtliche Bestandteile (Angaben in Massenprozent)
  - 1.2.2 Betriebsstoffe
  - 1.2.3 Verbrauch Hauptbestandteile pro Produkteinheit
  - 1.2.4 Ausführungen zu den Hauptbestandteilen
  - 1.2.5 Angaben zur Herkunft der Hauptbestandteile (land- und forstwirtschaftlich, industriell)
    - 1.2.5.1 Eigengewinnungs- / abbauprozess (regional / überregional / international)
    - 1.2.5.2 Zukauf (regional / überregional / international)
    - 1.2.5.3 Transporte (Transportart, Entfernung zum Werk)
  - 1.2.6 Verfügbarkeit der einzelnen Hauptbestandteile
- 1.3 Zusatzbestandteile (grundsätzlich wie Hauptbestandteile)
- 1.4 häufige / bekannte Verunreinigungen
- 1.5 Spezielle Ausrüstung (z.B. Brandschutz, Holzschutz, etc.)

## **2. HERSTELLUNG DES BAUPRODUKTS**

- 2.1 Beschreibung des Herstellungsprozesses
- 2.2 Kumulierter Energieaufwand
- 2.3 Maßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen / -belastungen
- 2.4 Maßnahmen zur Reduzierung der herstellungsbedingten Umweltbelastung
  - 2.4.1 Luft / Atmosphäre
  - 2.4.2 Wasser
  - 2.4.3 Boden
  - 2.4.4 Lärm
- 2.5 Umgang mit Herstellungs-Reststoffen (siehe Abschnitt 7.)

## **3. VERARBEITUNG / EINBAU**

- 3.1 Bearbeitung / Einbau / Handhabung
- 3.2 Inhaltsstoffe des Bauprodukts während der Verarbeitung (chemische Umwandlung)
- 3.3 Maßnahmen des Gesundheitsschutzes während der Verarbeitung
- 3.4 Maßnahmen des Umweltschutzes während der Verarbeitung
- 3.5 Konstruktiv notwendige Zusatzprodukte
- 3.6 Umgang mit / Behandlung von Verarbeitungsreststoffen (siehe Abschnitt 7.)

#### **4. NUTZUNG DES BAUPRODUKTS**

- 4.1 Gebrauchsdauer
- 4.1 Inhaltsstoffangaben (insbes. verarbeitungsbedingte Abweichungen von Abschnitt 1)
- 4.2 Unterhaltsaufwand
  - 4.3.1 Reinigungsmittel
  - 4.3.2 Oberflächenbehandlung
  - 4.3.3 Umgang mit / Behandlung von Unterhalts-Reststoffen (siehe Abschnitt 7.)
- 4.4 Emissionen in das Bauwerksinnere (nach dem Einbau, nach Erneuerungsmaßnahmen)
  - 4.4.1 Nach 24 Stunden
  - 4.4.2 Nach 3 Tagen
  - 4.4.3 Nach 28 Tagen
  - 4.4.4 Nach 6 Monaten und länger
  - 4.4.5 Weitere mögliche Emissionen (Prüfergebnis!)
- 4.5 An die Bauwerksumgebung abgegebene Stoffe
- 4.6 Gesundheitliche Aspekte
  - 4.6.1 Augenkontakt
  - 4.6.2 Mundkontakt
  - 4.6.3 Atemwegskontakt
  - 4.6.4 Hautkontakt
- 4.7 Umweltaspekte
  - 4.7.1 Wasser
  - 4.7.2 Boden
  - 4.7.3 Luft / Atmosphäre

#### **5. AUSSERGEWÖHNLICHE EINWIRKUNGEN**

(bezogen auf das Bauprodukt im Nutzungszustand)

- 5.1 Brandfall
  - 5.1.1 Rauchentwicklung
  - 5.1.2 Brandgase
  - 5.1.3 Wechsel des Aggregatzustands
- 5.2 Wassereinwirkung

#### **6. Rückbau / Abbruch**

- 6.1 Maßnahmen zur Erzielung einer hohen Recyclingqualität

## **7. RESTSTOFFWIRTSCHAFT (alle Phasen), DEPONIE**

Zu beschreiben: Rücknahme / Rückgabemöglichkeiten  
(einschl. tatsächlicher Rücklaufmengen)

- 7.1 Produktreste
  - 7.1.1 Herstellung / Transport
  - 7.1.2 Verarbeitung
  - 7.1.3 Unterhaltung
  - 7.1.4 Beendigung der Nutzung
- 7.2 Produktrecycling (Wieder- / Weiterverwendung)  
(Sektor, Anteil der rezyklierten Produkte an Frischproduktion, gewöhnliche Nachlebensdauer, Anzahl der möglichen Lebensläufe)
- 7.3 Materialrecycling (Wieder- / Weiterverwendung)
  - 7.3.1 Verwendung im gleichen Produkt  
(max. möglicher Rezyklatanteil, Qualität des rezyklierten Produkts)
  - 7.3.2 Verwendung in anderen Produkten (Sektor, max. möglicher Rezyklatanteil, Qualität des rezyklierten Produkts, Anzahl der möglichen Recyclingvorgänge)
- 7.4 Chemisches Recycling
- 7.5 Verpackung
  - 7.5.1 Rezyklierbarkeit (Sektor, Qualität)
  - 7.5.2 Erfassung (auf der Baustelle, )
  - 7.5.3 Organisation der Entsorgung
- 7.6 Energetische Verwertung
- 7.7 Inertisierung / Thermische Behandlung
- 7.8 Deponierung (Deponieklasse I und II)
- 7.9 LAGA- / EAK-Abfallschlüssel

## **8. NACHWEISE**

Die in Punkt 1. bis 7. beschriebenen Eigenschaften müssen, sofern Stoffe verwendet werden, deren Gehalt oder deren Emissionen durch Richtwerte begrenzt sind, durch Nachweise, d.h. Zeugnisse staatlich anerkannter Prüfstellen belegt werden.

### **4.1.2 Ökologische Bilanzierung**

#### **4.1.2.1 Generische Sachbilanzen zu Bauprodukten**

Für eine ganze Reihe gängiger Bauprodukte liegen inzwischen aus unterschiedlichen Studien Sachbilanzdaten in Form von Input-Output-Tabellen vor, die als generische Produkte verstanden werden können. Im Anhang A dieser Studie werden sowohl Datenbasen für Baustoffdaten als auch Anwendungsprogramme mit Sachbilanzdaten vorgestellt und charakterisiert.

Bei den Sachbilanzdaten handelt es sich um mittlere Werte. Für den unmittelbaren Herstellungsprozeß der Produkteinheit wurden diejenigen Emissionen ermittelt (Boden, Wasser, Luft), die in diesem Produktionsschritt als umweltrelevant erachtet wurden bzw. (in der

Literatur) verfügbar waren. Welche Stoffe umweltrelevant sind, unterliegt neben bereits erfolgten gesetzlichen Festlegungen der gesellschaftlichen Sensitivität sowie dem Sachverstand und der Vereinbarung der an der Untersuchung beteiligten Akteure. Aus historischen Gründen wird das Augenmerk auf Stoffe gelegt, welche die äußere Umwelt belasten und gefährden. Davon getrennt (aber durchaus ergänzend) entwickelt wurden die Konzepte zur Bewertung und Reinhaltung der Innenraumluft.

Die jeweilige Datenqualität ist unterschiedlich, ebenso der Erhebungszeitraum der Daten. Die meisten der vorgestellten Datenbasen wurden in einem einmaligen Projekt erarbeitet, ohne daß eine regelmäßige Aktualisierung vorgesehen war. An dieser Stelle soll angemerkt werden, daß typischerweise bei der Erstellung von Ökobilanzen allgemeine, d.h. repräsentative Daten verwendet werden. Damit lassen sich in der Regel Durchschnittsprodukte bzw. generische Produkte behandeln, die nur bedingt Rückschluß auf konkrete Handelsprodukte zulassen. Einzelunternehmen- bzw. einzelprozeßspezifische Daten stellen die Ausnahme dar. Insbesondere für die Vorketten des im Fokus stehenden Herstellungsprozesses (z.B. Herstellung von Mauerziegeln siehe Abschnitt 1.1) werden Daten verwendet, die eine mittlere Datenbasis für die betrachtete Vorkette darstellen (z.B. Energiebereitstellung). Dies trägt zum einen der Tatsache Rechnung, daß die Kenntnis über die tatsächlichen Vorketten der eingesetzten Stoffe und Energieträger tendenziell abnimmt je weiter man in der Kette zurückgeht. Zum anderen ist davon auszugehen, daß die Zuliefererstruktur eines Herstellers über die Zeit nicht konstant ist.

Für den jeweiligen Herstellungsprozeß selbst hingegen werden normalerweise spezifische Daten erhoben. Häufig werden diese Daten jedoch aufgrund des Datenschutzes anonymisiert, oder es wird ein repräsentativer Datensatz auf der Basis der bei verschiedenen Herstellern erhobenen Daten berechnet. In der Studie [Eden 1996] wurde beispielsweise ein für die Kalksandsteinindustrie repräsentativer Datensatz für die Herstellung von Kalksandstein veröffentlicht. Anhand dieses Datensatzes können einzelne (Handels-) Produkte nicht unterschieden werden, obwohl die tatsächlichen Umweltauswirkungen möglicherweise große Unterschiede aufweisen. In dieser Beziehung stellen die spezifischen Produktdaten für Porenbeton von zwei Herstellern eine Ausnahme dar, die 1996 veröffentlicht wurden [Hebel 1996], [YTONG 1996]. Ebenfalls um spezifische Daten handelt es sich bei der in Abschnitt 1.1 vorgestellten Ökobilanz für die Herstellung von Mauerziegeln.

Zusätzlich zu den im Anhang A aufgeführten Datenquellen und EDV-Programmen existieren eine ganze Reihe anderer Instrumente für die umweltorientierte Bauplanung. Es handelt sich dabei allerdings um sehr unterschiedliche Instrumente, die in den verschiedenen Phasen der Planung eingesetzt werden und nicht in allen Fällen auf Ökobilanzdaten basieren. Eine Übersicht über diese Instrumente findet sich in [SIA 1998]. Weitere Bewertungsinstrumente, die speziell auf Gebäude angewendet werden können, sind außerdem in [IEA 1999] und [ETHZ 1999] dargestellt.

#### 4.1.2.2 Wirkungskategorien in Ökobilanzen

Ökobilanzen sind ein international eingeführtes und anerkanntes Bilanzierungsinstrument. Im Rahmen einer Systembetrachtung sollen die durch Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen hervorgerufenen Umweltbelastungen entlang der verschiedenen Produkt- und Prozeßphasen transparent gemacht werden. Ziele sind, zum einen ökologische Optimierungspotentiale offenzulegen, zum anderen nachgelagerte umweltorientierte Entscheidungen zu erleichtern. Eine gute Einführung mit Bezug zum Bausektor "Steine und Erden" bietet [BS+E 1997]

Nach einem mehrjährigen Diskussionsprozeß sind inzwischen in der Rahmennorm [DIN 14040] sowie in den konkretisierenden Normen bzw. Normentwürfen [DIN 14041] bis [DIN 14043] die wichtigsten methodischen und prozeduralen Anforderungen sowie Begriffe international einheitlich gestaltet worden. In der „Rahmennorm“ [DIN 14040] wird die Grundstruktur der Ökobilanz mit den Bestandteilen Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung und Auswertung dargestellt.

In der Wirkungsabschätzung werden die in der vorgelagerten Sachbilanz bilanzierten Input- und Outputflüsse spezifischen Umweltwirkungen zugeordnet (durch Klassifizierungs- und Charakterisierungsschritte, s.u.). Außerdem werden sie hinsichtlich ihrer potentiellen Umweltauswirkungen beurteilt. An diesen Stellen fließen in die Ökobilanz Gewichtungsfaktoren ein, die aus der naturwissenschaftlichen Modellierung von Umweltauswirkungen stammen und auch an anderen Stellen in Prozessen der Risikoabschätzung und –bewertung verwendet werden.

Innerhalb der Wirkungsabschätzung wird in der Normung zwischen obligatorischen und optionalen Schritten unterschieden. Zu den obligatorischen Schritten zählen die Auswahl der Wirkungskategorien, die Zuordnung von Sachbilanzergebnissen zu Wirkungskategorien (Klassifizierung) und die Berechnung von Wirkungsindikatorergebnissen (Charakterisierung). Optionale Schritte sind die Einführung von Referenzwerten zur Normung der Ergebnisse, eine auf Werthaltungen beruhende Ordnung der verschiedenen Wirkungskategorien und eine weitergehende Umwandlung von Ergebnissen zu einzelnen Wirkungskategorien in numerische Faktoren, z.B. durch Berechnung von Ökopunkten.

Das Umweltbundesamt hat in einer kürzlich veröffentlichten Studie [UBA 1999] die Diskussion um Ökobilanzen zusammengefaßt und gleichzeitig eine Vorgabe für die in Zukunft für das Amt zu erstellenden Ökobilanzen erarbeitet.

Für das Umweltzeichen für Bauprodukte liefern Ökobilanzen entscheidende Informationen bezogen auf global bedeutende Umweltauswirkungen. Hierzu zählen insbesondere

- Ressourcenbeanspruchung,
- Treibhauseffekt,
- stratosphärischer Ozonabbau,
- Photochemische Oxidantienbildung,
- Versauerung,
- Eutrophierung,
- Naturraumbeanspruchung,
- Freisetzung potentiell gesundheitsgefährdender Stoffe,
- Potentielle Schädigung von Ökosystemen.

Im Rahmen der Methodikentwicklung von Ökobilanzen sind für die Wirkungskategorien (mit Ausnahme der drei letzten Wirkungskategorien) bereits sehr tragfähige Bewertungsmodule entwickelt worden.

Für die Kategorien der Human- und Ökotoxizität stehen derzeit im Rahmen von Ökobilanzen noch keine ganzheitlich zufriedenstellenden Module zur Verfügung, für die Naturraumbeanspruchung gibt es Vorschläge [BS+E 1997]. Ansätze sind für die Aspekte der direkten Gesundheitsschädigung bzw. der direkten Schädigung von Ökosystemen vorhanden, die aber noch weiterentwickelt werden müssen. Kein Instrumentarium bietet die Ökobilanz derzeit für Belastungen, die durch die Emission von Schadstoffen aus Bauprodukten in Innenräumen entstehen bzw. für lokale Gesundheitsbelastungen, die durch den Einsatz schadstoffhaltiger Bauprodukte bei der Bauwerkserstellung entstehen.

Vor diesem Hintergrund schlagen wir deshalb vor, für das Umweltzeichen für Bauprodukte die bauprodukt-relevanten und lokalen humantoxikologischen Aspekte nicht in die vorgelegten Ökobilanzen zu integrieren, sondern in zusätzlichen Bewertungsmodulen zu erfassen.

In diesen zusätzlichen Modulen werden der Schadstoffgehalt der Produkte und die Innenraumrelevanz der Produkte mit eigenen Kriterien bewertet. Die vorbereitende Arbeit dazu wird im jeweiligen Produktgruppen-Forum geleistet.

#### 4.1.2.3 Abschneidekriterien für Sachbilanzen

Bei der Ökobilanzierung werden Stoffe, die in ein System eintreten (Input-Stoffe), nach "verknüpften" und "unverknüpften" Stoffen unterschieden. Verknüpfte Stoffe sind mit einer vorgelagerten Prozeßstufe verknüpft, unverknüpfte demgegenüber nicht. Es ist zulässig, vorgelagerte Prozeßstufen von Stoffen mit Massenanteilen von weniger als x Massenprozent am Input in das betrachtete System nicht zu berücksichtigen, wenn dadurch die Bilanz nicht verfälscht wird. Diese Regelung dient dazu, die Bilanzierung zu erleichtern. Dies bedeutet jedoch, daß erst geprüft werden muß, ob die Vorketten der nicht berücksichtigten Stoffe einen Anteil an der Umweltbelastung haben, der nicht vernachlässigt werden darf. Dann müssen diese Stoffe mit ihrer Vorkette berücksichtigt werden, auch wenn ihr Massenanteil sehr klein ist.

Als praktikabel wird derzeit das folgende Vorgehen angesehen [BS+E 1997]:

##### *Schritt 1:*

Auf der Input-Seite wird zur Ermittlung der Stoffe bzw. Vorprodukte, deren Vorkette zu berücksichtigen ist, eine Prozent-Regel nach Masse und Energiegehalt (Aufwand zur Herstellung plus gespeicherte Energie) angewendet.

1. Erstellung einer Input-Stoffliste für das gesamte Bilanzsystem, z.B. ein "Bauwerk", ein "Herstellwerk", etc., noch ohne vorgelagerte Prozeßstufen, die absteigend nach Massenanteilen sortiert ist.
2. Erstellung einer analogen Liste der Eingangsstoffe, sortiert nach Primärenergieverbrauch (Aufwand zur Herstellung plus gespeicherte Energie).<sup>16</sup>

##### *Schritt 2:*

1. Bildung der Gesamtliste der verknüpften Input-Stoffe aus der Schnittmenge der Stoffe, die in der Massenliste in der Summe 99 Massenprozent bilden und die in der Energieliste in der Summe 99 Energieprozent bilden. Die Vorstufen dieser "Σ 99 % Stoffe" werden als innerhalb der Systemgrenzen liegend betrachtet und sind in die Bilanz einzubeziehen.
2. Prüfung der übrigen Stoffe auf ökologische Relevanz der vorgelagerten Prozeßstufe nach dem Stand der Kenntnisse bzw. der Diskussion.

##### *Schritt 3:*

Auf der Output-Seite sind die Emissionen in die Umwelt mit keinen weiteren Verarbeitungsprozessen verknüpft. Sie werden deshalb als "unverknüpft" geführt. Nebenprodukte und Abfälle, die in weitere Prozeßstufen gehen, sind verknüpft. Die Anzahl der Emissionen kann sehr groß werden. Um den Meß- und Bilanzierungsaufwand (auch unter dem Gesichtspunkt einer laufenden Aktualisierung) vertretbar zu halten, ist es nötig, hier ebenfalls eine Eingrenzung vornehmen zu können. Vorgeschlagen wird in [BS+E 1997] ein Schwellenwertverfahren, in dem abgeschätzt wird, inwieweit eine Emission an einer bestimmten Wirkung auf die Umwelt beteiligt ist. Zur Bemessung wird eine Leitgröße definiert, die innerhalb einer einzelnen Wirkkategorie dominant ist. Daran werden die anderen Beiträge gemessen. Stoffe mit Wirkungen unter 1%-Anteil an der Wirkung der Leitgröße sollen vernachlässigt werden können. Voraussetzung ist hier, daß die betrachteten Emissionen einen Wirkfaktor besitzen, mit der die Output-Konzentration multipliziert und das Ergebnis mit der Leitgröße verglichen

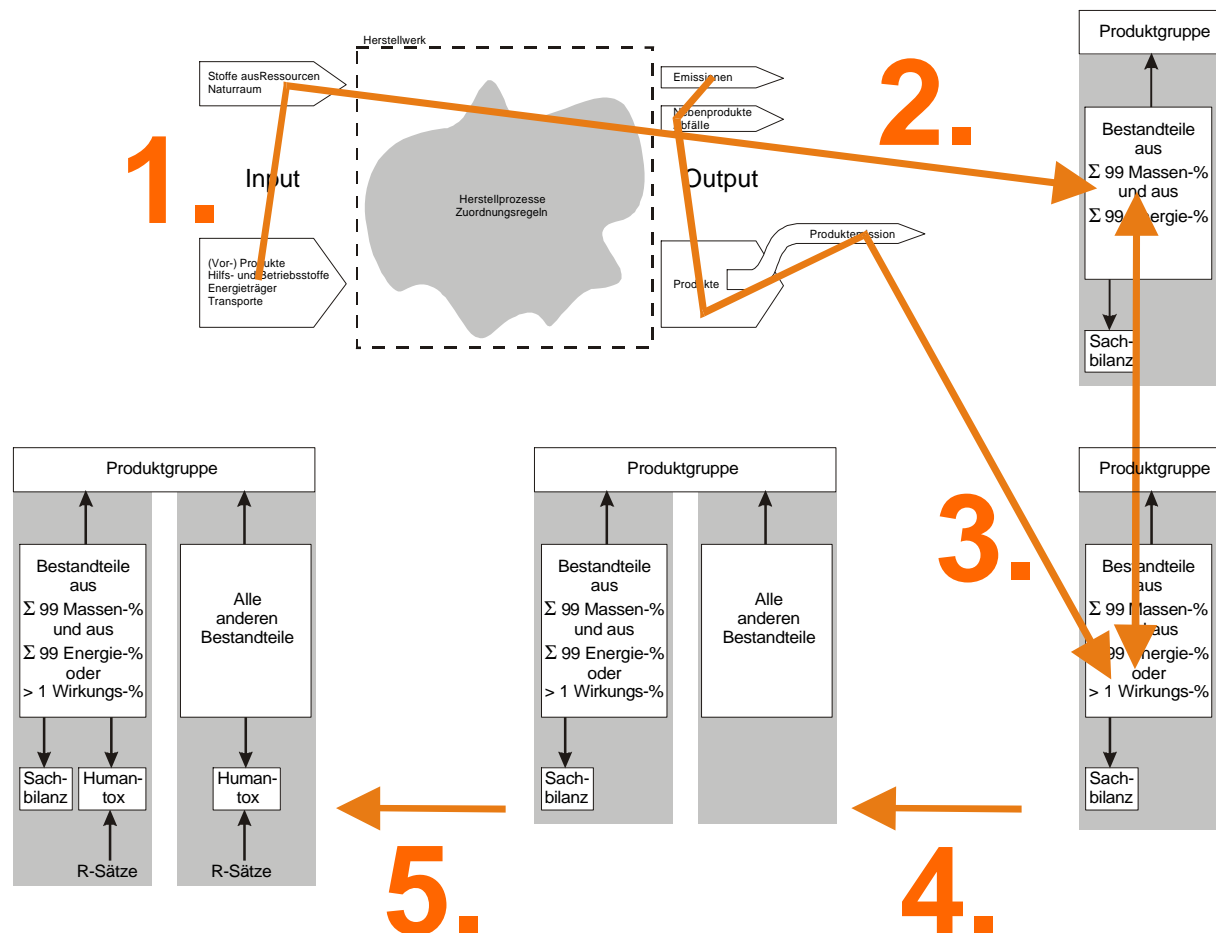
---

<sup>16</sup> Stehen für die Vorprodukte keine solchen Daten zur Verfügung, so können die Verbräuche abgeschätzt werden. Die Bereitstellung von Vorstufendaten könnte eine weitere Aufgabe des Produktgruppen-Forums sein.



werden kann. Andernfalls müssen andere Kriterien zugrunde gelegt werden. Die Leitgrößen eines betrachteten Systems müssen im Produktforum ermittelt werden.

Zur Ermittlung der Stoffe, für die Vorstufen zu berücksichtigen sind sowie der Stoffe, deren Wirkungen zu berücksichtigen sind, ist ein iteratives Vorgehen notwendig (Abbildung 21).



**Abbildung 21: Mehrschrittiges Vorgehen bei der Feststellung der zu berücksichtigenden Stoffe.**

#### Schritt 4:

Vorbereitung der bisher strukturierten Stoffliste für die Untersuchung eventueller lokaler Effekte (Humantox) durch Hinzunahme der Emissionen aus Bauprodukten in der Verarbeitungs- und Nutzungsphase.

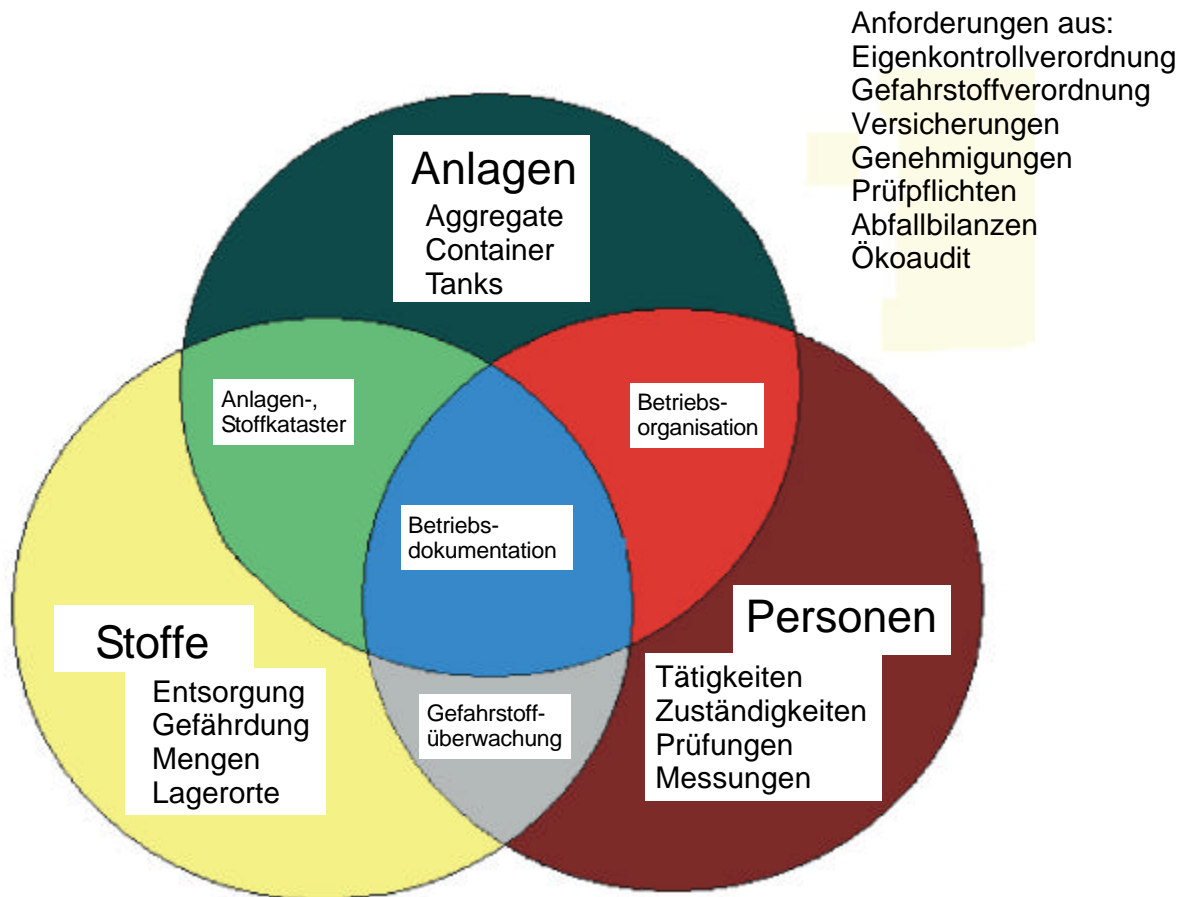
#### Schritt 5:

Ergänzung der Stoffliste um Informationen zu möglichen Gefahren beim unmittelbaren Produktkontakt (lokale Effekte in der Verarbeitungs- und Nutzungsphase) z.B. durch R-Sätze.

### 4.1.3 Betrieblicher Umweltschutz

Die Erstellung von ökologischen Bilanzen ist ohne genaue Kenntnis der betrieblichen Abläufe nicht möglich. Dazu zählen insbesondere Prozeßbeschreibungen, eingesetzte Stoffe und Energie(träger), Emissionen in die Umwelt, Zusammensetzung der Produkte. Diese Kenntnisse müssen stets aktualisiert werden, um Umweltschutzziele sicher erreichen zu können. Eine einmalige Erhebung kann dafür keine Gewähr bieten. Die Betriebe müssen sich also einen systematischen und auf Dauer möglichen Überblick über die Umweltrelevanz ihrer Aktivitäten schaffen. Zu diesem Zweck wurde das Instrument Betriebliches Umwelt-Informationssystem (BUI) [BUI 2000] geschaffen.

BUIS ist ein auf einer relationalen Datenbank beruhendes Informationssystem zur Verwaltung und Auswertung von betrieblichen Daten über Stoffe, Anlagen, Entsorgung, Sicherheitseinrichtungen, Genehmigungen und Personal. Die Nutzung umfaßt sowohl ein Anlagenkataster, eine Stoff- und Materialverwaltung als auch eine automatisierte Erstellung von Sicherheitsdatenblättern und Betriebsanweisungen. BUIS dient der Speicherung, Verwaltung und Auswertung von Daten, die im betrieblichen Alltag eines produzierenden Betriebes anfallen. Die anfallenden Daten betreffen Objekte und Vorgänge, über die eine Reihe von Informationen mit Umwelt- und Arbeitssicherheitsbezug per EDV verwaltet werden sollen. Abbildung 22 zeigt schematisch die Schwerpunkte Anlagen, Stoffe und Personen aus dem Handbuch eines Betrieblichen Umweltinformationssystems [BUIS 2000]



**Abbildung 22: Schwerpunkte Stoffe, Anlagen und Personen eines Betrieblichen Umwelt-Informationssystems [BUIS 2000]**

Die Installation und die Nutzung eines solchen DV-gestützten Instruments erleichtern den Betrieben die Erfüllung der umwelt- und gesundheitsrelevanten Auflagen. Sie dokumentieren zugleich den Willen des Betriebes, dies transparent und dauerhaft zu tun. Dadurch gewinnt ein solches System im Rahmen der Vergabe eines Umweltzeichens eine große Bedeutung: Zunächst in Hinblick auf die Nachhaltigkeit eines einmal festgestellten Betriebsstandards zur Erzielung einer guten Produktqualität, dann bei Bemühung um Einhaltung der Umwelt- und Arbeitsschutzaufgaben und schließlich bei der für eine Sachbilanz notwendigen dauerhaften Datenhaltung zu vertretbarem Aufwand. Daher wird als weitere Stufe zur Erlangung eines Umweltzeichens der Nachweis eines Umweltinformations- bzw. Umweltmanagementsystems für sinnvoll und notwendig gehalten. Als Hintergrund für die Anwendung bietet sich EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) [EMAS 1993] an.

#### 4.1.4 Generisches Bauprodukt

Das generische Bauprodukt existiert nicht in der Realität. Das generische Bauprodukt repräsentiert die durchschnittliche Technologie, die durchschnittliche Performance und die durchschnittliche Umwelt- und Gesundheitsbelastung, mit der die Handelsprodukte einer Produktgruppe hergestellt werden und die durch sie hervorgerufen werden. Das generische Produkt dient zur Festlegung der Kriterien innerhalb der Produktgruppe und deren Indikatoren und liefert somit den Standard, an dem sich die Handelsprodukte messen lassen.

Die Durchschnittsbildung über alle Merkmale der Bauprodukte einer Produktgruppe gewichtet mit ihren jeweiligen Marktanteilen ergibt ein generisches Bauprodukt. Idealerweise sind in einer Produktgruppe alle Marktteilnehmer vertreten und liefern ihre Daten.

Die einzelnen durchschnittlichen Kriterien  $\kappa_{\text{gen}}$  lassen sich dann aus den einzelnen Kriterien  $\kappa_i$  der Produkte der Produktgruppe berechnen als:

$$\kappa_{\text{gen}} = \sum_{i=1}^n (\alpha_i \cdot \kappa_i) \quad (\text{mit } n = \text{Gesamtanzahl der Produkte})$$

wobei  $\alpha_i$  der Marktanteil in Prozent bezogen auf die Produktgruppe ist.

Tatsächlich dürfte dies nicht immer der Fall sein und sowohl die Marktdaten als auch die Merkmale sind mit ermittlungstechnischen Unsicherheiten behaftet.

Zur Herstellung einer Dynamik, die möglichst alle Hersteller zur Teilnahme an der Erstellung des generischen Produkts bewegen soll und für ein operatives Vorgehen im Produktgruppen-Forum schlagen wir vor mit Literaturdaten und Annahmen über die fehlenden Daten der am Forum nicht Teilnehmenden zu beginnen. Diese Annahmen werden um so mehr durch validierte Daten ersetzt, je mehr Teilnehmer sich am Produktgruppen-Forum unterstützend beteiligen.

Das generische Produkt repräsentiert den aktuellen Mittelwert der am Markt befindlichen Handelsprodukte dieser Gruppe in technischer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht. Es dient zum einen zum Vergleich der Handelsprodukte innerhalb der Produktgruppe mit dem Mittelwert der Gruppe (dem generischen Bauprodukt) und liefert zum anderen den Datensatz für die aus "generischen Produkten" zusammengesetzten Bauelemente des Planungsprozesses. Das generische Produkt ist der Informationsträger der Produktgruppe.

Bei der Vergabe des Umweltzeichens werden die Werte der Kriterien des zu untersuchenden Bauprodukts mit den Werten der entsprechenden Kriterien des generischen Bauprodukts verglichen.

#### 4.2 Produktgruppen-Forum

Am Produktgruppen-Forum können sich alle interessierten Kreise beteiligen.

Das Produktgruppen-Forum ist Plattform für die in der inhaltlichen Auseinandersetzung vorgetragenen Standpunkte. Das Forum beinhaltet eine partizipative und lösungsorientierte Bearbeitung der möglicherweise unterschiedlichen Problemsichten auf die Produktgruppe bzw. die darin enthaltenen Produkte durch die beteiligten Kreise.

Das Produktgruppen-Forum bereitet die Auswahl der ökologischen Kriterien vor, die später bei der Vergabe eines Umweltzeichens zu berücksichtigen sind. Das zur Zeit gültige EU-Recht sieht die Einrichtung einer ad-hoc-working-group vor. Die ad-hoc-working-group zur Vergabe eines Umweltzeichens stützt sich dann auf die Vorarbeiten des Produktgruppen-Forums.

Die Themen des Forums sind naturgemäß durch die beiden Richtungen der Informationsbereitstellung und der Kriterienbildung vorgegeben: die Unterstützung der Planenden bei der Bewertung ihrer Elemente im Kontext des Bauwerks sowie die Unterstützung der Akteure bei der Auswahl besonders umweltfreundlicher Produkte zur Verwirklichung der Planung.

#### **4.2.1 Aufgaben und Ziele Forums**

Aufgabe und Möglichkeit eines Forums ist die Ermittlung, Diskussion und systematische Darstellung der mit einer Bauproduktgruppe verbundenen Umwelt- und Gesundheitsprobleme aus der Sicht der beteiligten Gruppen.

Aufgaben und Ziele könnten sein:

- Sammlung und Strukturierung der zur Produktgruppe genannten bzw. identifizierbaren Umwelt- und Gesundheitsprobleme
- Konkretisierung der Produktdeklaration für die Produktgruppe
- Erstellung des Bilanzraumes "Herstellwerk" und Auswahl bzw. Erstellung der Prozessschemata der Produktionsprozesse.
- Überprüfung bzw. Bereitstellung vor- und nachgelagerter Prozesse
- Festlegung des generischen Produkts
- die möglichst konsensuale Aufstellung von speziell auf diese Bauproduktgruppe abgestimmten Kriterien und Wirkungskategorien. Das umfaßt sowohl die globalen Kriterien, wie sie für die Ökobilanz von Bedeutung sind, als auch die lokalen Kriterien, wenn Produkte Emissionen in den Innenraum von Bauwerken oder in den Nahbereich eines Bauwerks abgeben.
- Gewichtung der Kriterien
- Konkretisierung der Checkliste und Erstellung einer Anleitung für die Datenaufnahme zur Sachbilanz in den herstellenden Unternehmen der Produktgruppe

#### **4.2.2 Organisationsmodell und Arbeitsweise des Forums**

Es wird vorgeschlagen, eine Organisationsform zu wählen, die versucht, möglichst viele interessierte Gruppen (und durchaus auch Einzelpersonen) in den Abstimmungsprozeß einzubeziehen, ohne daß dabei eine Nadelöhr-Situation erzeugt wird, in der der Zugang und die Legitimation des vorgetragenen Arguments erst durch eine Kommission geprüft werden müßte. Die Initialisierung der Diskussion erfolgt durch einen ersten Vorschlag durch die competent bodies. In dieser Vorlage sind üblicherweise auch übergeordnete Gesichtspunkte enthalten, wie beispielsweise stoffpolitische Zielsetzungen im Nachhaltigkeitskontext, bekannte und daher zu berücksichtigende Problemfelder, etc. Das Konzept setzt darauf, daß durch die Mischung der am jeweiligen Thema interessierten Gruppen bzw. Teilnehmenden aus Fachwelt und Laien, Industrie und Verbrauchenden, Hersteller- und Umweltverbänden sich sowohl die angemessene Struktur der Diskussion, als auch die Behandlung der relevanten Probleme ergibt. Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens würde in der permanenten Aktualität des Produktgruppen-Forums liegen.

Institutionelle Voraussetzungen:

1. Rahmensetzung durch die EOU bzw. competent bodies

2. Benennung einer Begleitinstitution als Moderatorin des Diskussions- und Aushandlungsprozesses in der Produktgruppe (z.B. Wissenschaftliches Institut, Verbraucherzentrale, Industrieverband, Umweltverband, Staatliche Ämter, Überwachungsvereine, etc.)
3. WWW-basiertes Informationsmanagementsystem mit Produktgruppeninformation und Forums-Charakter

#### 4.2.3 Kriterien - Typen

Für jede Produktgruppe muß eine Liste mit Kriterien erarbeitet werden, nach denen die Teile des Umweltzeichens vergeben werden. Für das hier vorgestellte Umweltzeichen gibt es zwei Typen von Kriterien:

1. Kriterien für die Vergabe der Kennzeichenteile des "Grünen i".  
Diese Kriterien sind Ausschlußkriterien von der Art:
  - Information liegt in benötigter Qualität vor: Vergabe kann erfolgen
  - Information liegt nicht in der benötigten Qualität vor: Vergabe kann nicht erfolgen
2. Kriterien für die Bewertung der Umweltleistung des Produkts

Diese Kriterien beziehen sich u.a. auf den Energie- und Rohstoffverbrauch, auf das Abfallaufkommen, auf die Freisetzung von Massenschadstoffen, auf den Einsatz von gefährlichen Stoffen bei der Herstellung und dem Einbau des Produktes und auf den Gehalt des Produktes an gefährlichen Inhaltsstoffen. Auch eine mögliche Innenraumbelastung durch das Produkt ist für entsprechende Produktgruppen in den Kriterien abzubilden.

Bei der Belastung der äußeren Umwelt (globaler Aspekt) sollte der Vergleichsmaßstab für die Erteilung eines Umweltzeichens die Durchschnittsbelastung aller Produkte einer Produktgruppe sein. Relativ dazu werden die Belastungen der einzelnen Produkte eingeschätzt. Die Belastung des generischen Bauprodukts wird berechnet, indem die Werte der Einzelprodukte nach ihren Marktanteilen gewichtet werden. Die bevorzugte Verwendung allgemeiner, repräsentativer Daten in veröffentlichten Ökobilanzen ist für das hier vorgeschlagene Vorgehen bei der Bereitstellung einer gemeinsamen Datenbasis für die Planung und für die Zeichenvergabe von Vorteil: Bezugswert für den Vergleich ist das generische Produkt, das ebenfalls durch einen gemittelten Datensatz repräsentiert wird.

Wenn für das Vergabeverfahren nur eine kleine Anzahl von Kriterien maßgebend sein soll, muß eine Auswahl getroffen werden, bei der auch darüber geurteilt wird, welches Kriterium wichtiger ist als ein anderes. Hierbei werden eine Reihe von Vergleichen zwischen qualitativ unterschiedlichen Kriterien (z.B. erhöhter Energieverbrauch gegen erhöhten Wasserverbrauch) notwendig werden. Dazu bieten sich Verfahren wie die Nutzwertanalyse an, die dabei helfen können, die Wertungen einer Vielzahl von Beteiligten mit unterschiedlichen Interessen an dem Problem und der jeweiligen Lebensphase der Produkte zu einer Entscheidung zu führen. Der Versuch gesellschaftliche Aushandlungsprozesse beim Gewichten von qualitativ unterschiedlichen Kriterien zu unterstützen ist in [ECOINDICATOR 1999] dargestellt.

Emissionen in das Innere von Bauwerken (lokaler Aspekt), in denen sich Personen aufhalten, erfordern andere Kriterien als die für die Bewertung der globalen Umweltwirkungen. Im Innenraum steht wesentlich mehr der Vorsorgegedanke im Mittelpunkt, und Vergleichsmaßstab ist das technisch Machbare sowie die saubere Außenluft.

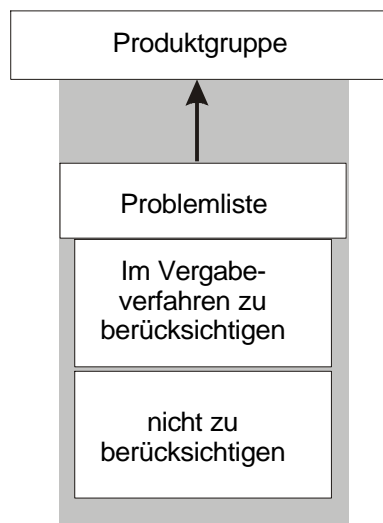
Hinzu kommen dann noch weitere stoff- bzw. produktspezifische Kriterien, die unter stoffpolitischen Gesichtspunkten in der Produktgruppe besonders zu berücksichtigen sind.

#### 4.2.4 Problemliste der Produktgruppe

Die Problemliste der Produktgruppe ist das kommunikative Herzstück des Forums zur Produktgruppe. Die Problemliste dient dazu, den interessierten gesellschaftlichen Gruppen

eine Diskussionsgrundlage zu bieten, auf der Stoffe und andere umwelt- und gesundheitsrelevante Aspekte behandelt werden können, die nach Meinung einzelner Akteure besonders beachtet werden sollen. Das geht von der Ablehnung bestimmter Inhaltsstoffe bis hin zur Recyclingquote.

In der Problemliste werden die Punkte aufgeführt, die in der Umweltdiskussion zu den Produkten der Gruppe vorgebracht werden und die im Forum im Hinblick auf die Vergabekriterien nach Meinung der interessierten Kreise behandelt werden sollen. Im Zuge der Diskussion werden dann die gesammelten Punkte unterschieden in solche, die bei der Kriterienbildung berücksichtigt werden und solche, die nicht berücksichtigt werden (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dieser Vorgang wird dokumentiert, damit einmal vorgebrachte Argumente nicht ständig wiederholt werden, sondern die Diskussion zielführend stattfindet.



**Abbildung 23: Problemliste zur Produktgruppe**

Zur Teilung der Liste in zu berücksichtigende und nicht zu berücksichtigende Punkte muß ein Mechanismus eingeführt werden, der es erlaubt, diese Entscheidung tatsächlich zu fällen. Vorgaben der zuständigen Umweltbehörde müssen aufgenommen werden und sind durch den Abstimmungsmechanismus des Forums nicht entscheidbar.

Die Arbeit des Produktgruppen-Forums kann beispielsweise mit den Rezepturen der Produkte begonnen werden, anhand der die im Produkt enthaltenen Problemstoffe identifiziert bzw. benannt werden. In weiteren Schritten können dann auch die Herstellung sowie vor- und nachgelagerte Prozesse einbezogen werden.

Listen mit Stoffen, die in Produkten nicht gewünscht werden, existieren in verwandter Form bereits, so z.B. die "Liste der unerwünschten Stoffe" der Dänischen Umweltschutzbehörde<sup>17</sup>.

Zu jedem Stoff der Liste werden die Produktgruppen angegeben, in denen der Stoff nicht erwünscht ist sowie Gründe für die Aufnahme in die Liste. Diese liegen in ihrem Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt während über den ganzen Lebenszyklus. Ein Stoff kann deshalb ausgewählt worden sein, weil er Eigenschaften hat, die allgemein unerwünscht sind, die in einem bestimmtem Kontext problematisch sind oder die aus allgemeinen stoffpolitischen Erwägungen nicht weiter verwendet werden sollen.

<sup>17</sup> [http://www.mst.dk/udgiv/publications/1998/87-7909-093-1/html/indhold\\_eng.htm](http://www.mst.dk/udgiv/publications/1998/87-7909-093-1/html/indhold_eng.htm)

#### 4.2.5 Inhaltsstoffe und Emissionen der Produkte

Unabhängig von einem Massenanteil größer oder kleiner 1 % werden alle zur Herstellung des Produkts verwendeten bzw. im Produkt enthaltenen Stoffe hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Relevanz bewertet. Hier können auch Zusatzstoffe und Verunreinigungen, die nur in sehr geringen Anteilen im Produkt enthalten sind, einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag zur Gesamtbelastung liefern. Hierbei ist zu unterscheiden, ob die Stoffe in die äußere Umwelt abgegeben werden oder zunächst in Innenräume. Bei der Abgabe an die äußere Umwelt gelten andere Kriterien als bei der Abgabe in Innenräume. Bei den nach außen abgegebenen bzw. dort wirksam werden Stoffen ist zu prüfen, ob sie in der ökologischen Bilanzierung mit zu berücksichtigen sind oder nicht. Diese Prüfung und die darauf folgende Trennung in Stoffe, die in der Sachbilanz weiter behandelt werden und Stoffe die nach Humantox-Gesichtspunkten weiter behandelt werden, ist in Abbildung 21 dargestellt.

Zur Bewertung der Zusatzstoffe liegen oft keine Sachbilanzdaten vor. Bei den ökobilanziell erfaßten Parametern wird häufig davon ausgegangen werden, daß Zusatz- und Problemstoffe aufgrund ihres geringen Mengenanteils das Gesamtergebnis der Bilanzierung nicht merklich beeinflussen. Deshalb wird auf "ähnliche" Stoffe zurückgegriffen, für die es Sachbilanzen gibt. Eine Verbesserung dieser Situation kann durch die bereits geforderte Einrichtung einer zentralen Stelle, die Ökobilanzen einheitlich erfaßt, bereitstellt und pflegt erreicht werden. Erst durch diese Vereinheitlichung werden sich Ökobilanzen in größerem Umfang im Bausektor sinnvoll verwenden lassen.

Allerdings gibt es andere Kriterien, die die Regeln der Ökobilanzierung ergänzen. Diese Kriterien sind hauptsächlich im Themenkreis der Beeinflussung oder Schädigung der Gesundheit und Behaglichkeit in der Nutzungsphase zu finden. Zur Berücksichtigung dieser Kriterien ist es erforderlich, daß alle verwendeten Hauptbestandteile und Zusatzstoffe eines Bauprodukts bekannt sind, da hier auch kleinste Mengen unter Umständen zu Gefährdungen bzw. Beeinträchtigungen führen können. Einen ersten Hinweis auf gesundheitliche Gefährdungspotentiale gibt die Tatsache, daß Inhaltsstoffe mit einem oder mehreren R-Sätzen kennzeichnungspflichtig sind.

Probleme bereitet die mögliche Freisetzung von Stoffen bei Verarbeitung von Reaktionsprodukten, die erst bei der chemischen Reaktion der Anwendung gebildet werden und gar nicht im Ausgangsprodukt enthalten sind. Dies ist in der stofflichen Deklaration zu berücksichtigen und kommt bei der Modellierung der Bauelemente des Planungsprozesses zum Tragen.

Ein entscheidender Bewertungsschritt ist die Stoffklassifizierung. Wir folgen hier im Grundsatz dem Leitfaden des NABau KOA 03 [NABAU 1999].

Zur Kennzeichnung der ökologischen und gesundheitlichen Relevanz der Einzelstoffe kann für eine erste Auswahl nach eher "harten" Kriterien auf die Regeln der Gefahrstoffverordnung zurückgegriffen werden. Gefährliche Arbeitsstoffe sind innerhalb der EU mit Gefahrensymbolen, Gefahrenhinweisen (R-Sätze) und Sicherheitsratschlägen (S-Sätze) zu kennzeichnen. Die entsprechende Umsetzung des Europäischen Rechts erfolgte durch die Gefahrstoffverordnung [GefStoffV 1999]. Das Umweltzeichen faßt einige Punkte sehr scharf. So sollen Umweltzeichen in der höchsten Kennzeichnungsstufe nur für Produkte vergeben werden, die keine c-m-t-Stoffe enthalten.

Werden Zusatzstoffe verwendet, mit denen canzerogene, mutagene bzw. teratogene Gefahren verbunden sind, so soll dies die Vergabe eines Umweltzeichens in jedem Fall ausschließen, unabhängig von der tatsächlichen Konzentration des Stoffes im Produkt.

Zu deklarieren sind auf jeden Fall Bestandteile mit folgenden R-Sätzen oder Kombinationen mit ihnen:

- R20 Gesundheitsschädlich beim Einatmen
- R21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut
- R22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken
- R23 Giftig beim Einatmen
- R24 Giftig bei Berührung mit der Haut
- R25 Giftig beim Verschlucken
- R26 Sehr giftig beim Einatmen
- R27 Sehr giftig bei Berührung mit der Haut
- R28 Sehr giftig beim Verschlucken
- R32 Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
- R33 Gefahr kumulativer Wirkungen
- R34 Verursacht Verätzungen
- R35 Verursacht schwere Verätzungen
- R39 Ernste Gefahr irreversiblen Schadens
- R40 Irreversibler Schaden möglich
- R41 Gefahr ernster Augenschäden
- R42 Sensibilisierung durch Einatmen möglich
- R43 Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich
- R45 Kann Krebs erzeugen
- R46 Kann vererbare Schäden verursachen
- R47 Kann Mißbildungen verursachen
- R48 Gefahr ernster Gesundheitsschäden bei längerer Exposition
- R49 Kann Krebs erzeugen beim Einatmen
- R50 Sehr giftig für Wasserorganismen
- R51 Giftig für Wasserorganismen
- R52 Schädlich für Wasserorganismen
- R53 Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben
- R60 Kann die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R61 Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- R62 Kann möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen
- R63 Kann das Kind im Mutterleib möglicherweise schädigen
- R64 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen

Von den Prozeßemissionen zu unterscheiden sind die Produktemissionen, die vom Produkt selbst ausgehen. Die Deklaration der Inhaltsstoffe ist eine wichtige Voraussetzung für die Interpretation von Emissionsmessungen. Kenntnis der Inhaltsstoffe und Produktemissionen ermöglichen den Bauverantwortlichen eine Materialauswahl unter gesundheitlichen Gesichtspunkten. Zusätzliche Angaben sind notwendig, wenn bei der Verarbeitung chemische Reaktionen ablaufen. Da bei der Verarbeitung auch weitere Stoffe zur Eigenschaftsbeeinflussung eingesetzt werden, die ein größeres Emissions- und Wirkungspotential haben können, als die eigentlichen Bauprodukte, müssen die üblichen Verarbeitungsweisen und deren Aufwand bzw. Auswirkungen mit deklariert werden. Eine strukturierte Auflistung der Inhaltsstoffe ist Voraussetzung für sinnvolle Vergleiche von Produkten.

#### **4.2.6 Bewertung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen**

Es ist wissenschaftlich und arbeitsökonomisch nicht leistbar, alle möglichen Wechselwirkungen von verschiedenen Komponenten von Vielstoffgemischen zu ermitteln. Aber es ist unbestritten, daß viele Stoffe in geringen Konzentrationen ihren Beitrag zu einer Gesamtbelastung beisteuern, der nicht unbedingt additiv sein muß. Daher hat [Molhave 1986] schon darauf hingewiesen, daß sich Vielstoffgemische anders verhalten als die Summe der Einzelverbindungen. Die Formulierung eines Summenwertes für leichtflüchtige organische Verbindungen (VOC) von [Seifert 1990] ist als Konsequenz zu verstehen, die Wechselwirkungen von Vielstoffgemischen (siehe auch [Molhave 1991]) zu berücksichtigen und andererseits die Unmöglichkeit der Grenzwertformulierung für alle Stoffe zu antizipieren.



Eine weitere Absicherung der Beurteilungsmethodik wurde bei der Behandlung von gesundheitsbeeinträchtigenden Altstoffen in existierenden Bauwerken erreicht. Eingeführt wurde das Drei-Stufenkonzept mit Eingreif-, Vorsorge- und Zielwert. Der Eingreifwert zieht sofortige Maßnahmen nach sich, der Vorsorgewert beschreibt das anzustrebende Ziel der Sanierung, das für die Allgemeinbevölkerung mit keinerlei gesundheitlichen Beeinträchtigungen verbunden sein soll und der Zielwert soll schließlich nicht nur den Ausschluß von Gesundheitsstörungen und -beeinträchtigungen erreichen, sondern ein angenehmes Raumklima schaffen. Das angenehme Raumklima ist für die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter und das Wohlbefinden der Nutzer unbedingt erforderlich und sollte so schnell wie möglich erreicht werden. Die Zielwert-Argumentation, die im Zusammenhang mit der Bauwerkssanierung entstanden ist und sich auf einzelne identifizierte gefährliche Stoffe bezieht, kann auch für die Kriterienbildung bei Emissionen von Stoffgruppen aus neuen Produkten herangezogen werden.

Um es auch an dieser Stelle zu sagen: In Arbeitsräumen, in denen bestimmungsgemäß nicht mit gefährlichen Arbeitsstoffen umgegangen wird, ist die Einhaltung der MAK-Werte für die Beurteilung von Luftschadstoffen in keiner Weise geeignet, schon gar nicht in Wohnbereichen. Da die MAK-Werte selber toxikologisch gut begründet sind, hat es in Ermangelung anderer Richtwerte der zulässigen Raumluftbelastung nicht an Versuchen gefehlt, MAK-Werte von Arbeitsplätzen mit wenigen Gefahrstoffen in hohen Konzentrationen auf Innenräume mit vielen Stoffen in geringen Konzentrationen zu übertragen. In [NABAU 1999] wird unter Berücksichtigung der abweichenden Rahmenbedingungen ein Sicherheitsfaktor von 1000 genannt.

Wie der Sicherheitsfaktor in [NABAU 1999] beruhen auch die Einzelschritte der Richtwertfestsetzung des Basisschemas aus [AGLMB 1996] auf der Konvention, daß ein Kurzzeitwert (RWI) für Personen eine gesundheitliche Gefahr darstellen kann, aber ein um den Faktor 10 kleinerer Wert auch bei lebenslanger Exposition keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen erwarten läßt und deshalb dem Sanierungszielwert entspricht. Einerseits wird mit diesem Konzept eine Exaktheit vorgetäuscht, die nicht zu gewährleisten ist, andererseits hat das Vorgehen zu einer gewissen Vereinheitlichung in der Beurteilungsmethodik geführt.

In der Konzeption der Bundesregierung zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen [BMU 1992] wird ausdrücklich differenziert zwischen Arbeitsräumen, in denen bestimmungsgemäß mit Gefahrstoffen umgegangen wird und Arbeitsräumen, in denen tätigkeitsbestimmt keine Gefahrstoffe eingesetzt werden. Dort gelten die Regelungen der Arbeitsstättenverordnung §5, die eine „gesundheitlich zuträgliche Atemluft“ fordert, was in der Arbeitsstättenrichtlinie dahingehend spezifiziert wurde, „daß die Luft am Arbeitsplatz im wesentlichen der Außenluft entsprechen soll“ [ArbStättVO 1975].

Verbindungsklassen mit den entsprechenden Zielwerten nach [Seifert 1990] sind in Tabelle 18 angegeben.

Verbindungsklasse	Konzentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
Alkane	100
Aromatische Kohlenwasserstoffe	50
Terpene	30
Halogenierte Kohlenwasserstoffe	30
Ester	20
Aldehyde und Ketone	20
Sonstige	50
TVOC	300

**Tabelle 18:** Verbindungsklassen mit den entsprechenden Zielwerten [Seifert 1990].

In [ECA 18 1997]. werden als weitere Stoffgruppen noch behandelt: gesättigte sowie ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe, aliphatische Alkohole, Glykole und Glykolether, Säuren, Phtalate.

Einen noch höheren offiziellen Charakter hat die von der EG genehmigte Veröffentlichung des ALARA-Konzepts<sup>18</sup> von [Molhave 1997], das die Umsetzung des Minimierungsgebots fordert und als Ziel das formuliert, was erreichbar ist. Darin wird vorgeschlagen, die mittlere Außenluft- Konzentration leichtflüchtiger organischer Verbindungen von 100-200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mit dem Faktor 2 zu multiplizieren, um den Zielwert für die Innenraumluft zu erreichen. Diese Konzentrationsspanne liegt auch im gleichen Rahmen, wie der schon oben zitierte Summenwert VOC von [Seifert 1990] von 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und das arithmetische Mittel des Umweltsurveys des Bundesgesundheitsamts von 1991 mit 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [Krause 1991]. VOC-Konzentrationen unter 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  werden bei [Molhave 1986] als Komfortbereich bezeichnet. Irritationen können im Bereich zwischen 200 und 3000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  auftreten. Der Komfortbereich fand auch Berücksichtigung beim Vorschlag zur Bewertung der Emissionen von Bodenbelägen auf europäischer Ebene [ECA 19 1998].

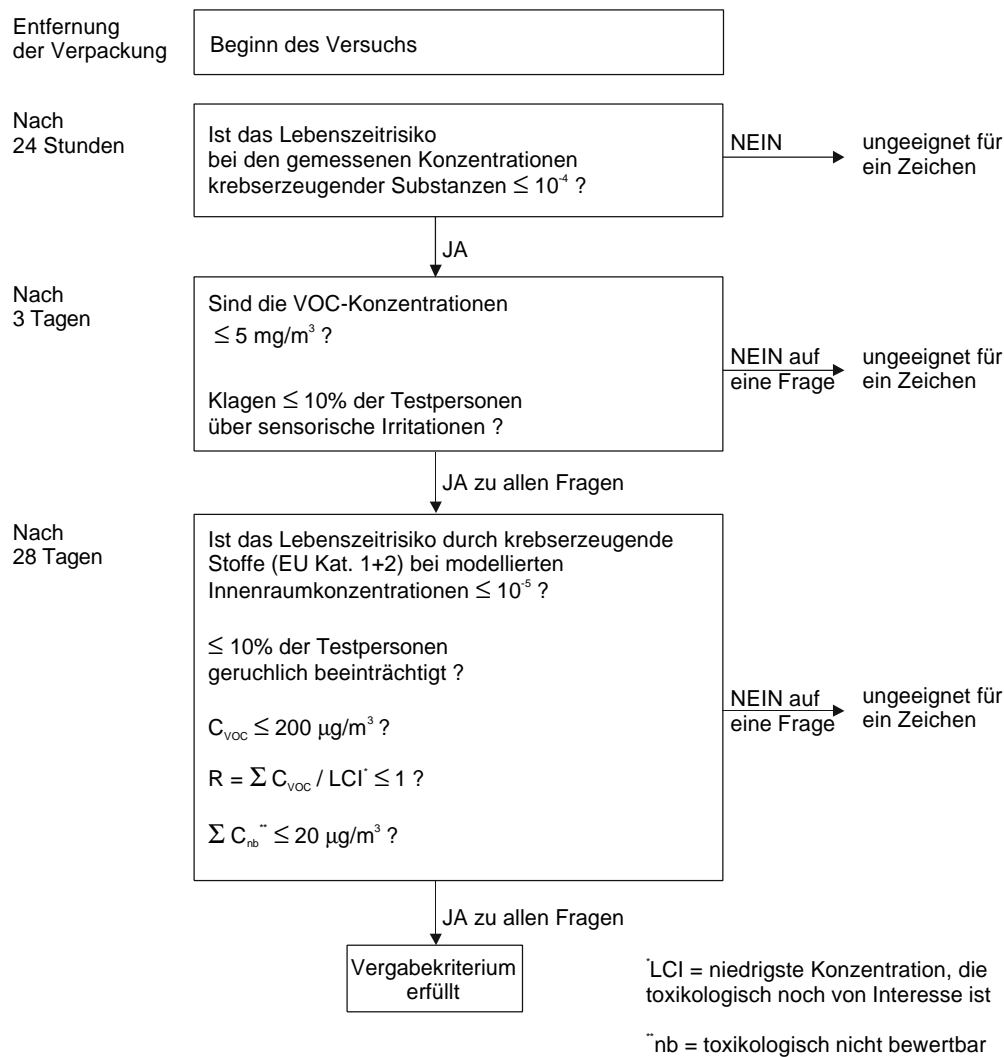
Das Vorkommen von herausragenden Einzelverbindungen führt allerdings zu weiteren Einschränkungen bei der Anwendung dieses Konzepts. So dürfen Einzelsubstanzen weder 50% der Konzentration ihrer Stoffgruppe, noch 10% der Gesamtkonzentration überschreiten. Die Summenkonzentration leichtflüchtiger organischer Verbindungen darf also nach den Ausführungen einen Maximalwert von 300 bis höchstens 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschreiten

Schließlich ist allgemein akzeptiert, daß die Beurteilung der Innenraumluftschadstoffe nach diesen Zielwerten für gerade fertiggestellte Bauwerke zu streng ist. Daher hat [Seifert 1995] vorgeschlagen, für neue Bauwerke in der ersten Woche eine 50-fache Überschreitung, in der 6. Woche eine 10-fache Überschreitung und ab der 12. Woche stabile Verhältnisse zuzulassen. Neuerlich schlägt [Seifert 1999] vor, den Zielwert für TVOC von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bereits nach 28 Tagen zu erreichen.

Wie hoch nun die Konzentration eines einzelnen Stoffs aus dem zu prüfenden Baustoff sein darf, ohne in Kombination mit den anderen im Bauwerk vorhandenen Baustoffen die formulierten Richtwerte zu überschreiten, hängt natürlich von den jeweiligen Bauwerksgegebenheiten und der Gesamtheit der verwendeten Bauprodukte ab [Fischer 1999]. Um bei der Beurteilung auf der sicheren Seite zu sein, könnte man sich auf die Konvention einigen, im Prüfraum bei der Belegung von  $1\text{m}^2/1\text{m}^3$  Prüfraumluft höchsten jeweils 50% Ausschöpfung des Richtwertes pro emittierten Stoff zuzulassen. Da die Belegungsrate im fertigen Bauwerk für die meisten Produkte geringer ist, dürfte dieses Schema ausreichen. Für alle Produkte, die bestimmungsgemäß in größeren Flächenrelationen in Kontakt zum Innenraum gelangen, wie Beschichtungsstoffe und Bodenbeläge, müßten die Kriterien verschärft werden und einzelnen Stoffen nur jeweils 10% Ausschöpfung der Richtwerte zugestanden werden.

---

<sup>18</sup> ALARA = as low as reasonably achievable



**Abbildung 24: Schema zur Bewertung von krebserzeugenden VOC-Emissionen aus Fußbodenbelägen [ECA 18 1997].**

Das Beurteilungsschema zur Vergabe von Umweltzeichen für Bodenbeläge und Teppichböden formuliert einen verschärften TVOC-Summenrichtwert von 200 µg/m³ Prüfraumluft, der die Einstufung erleichtert, aber einzelne Ausreißer ermöglicht, die in Kombination mit anderen Produkten möglicherweise zu Problemen führen können. Die Überprüfung der zugelassenen Konzentrationen innerhalb des Verfahrens nach Abbildung 24 dient zum Schutz der eingesetzten Testpersonen. Die Grenze von 10<sup>-5</sup> wird in Fachkreisen als Nachweisgrenze angesehen, so daß wie bei der Vergabe des Umweltzeichen "Blauer Engel" auch in diesem Prüfverfahren c-m-t-Stoffe ausgeschlossen werden.

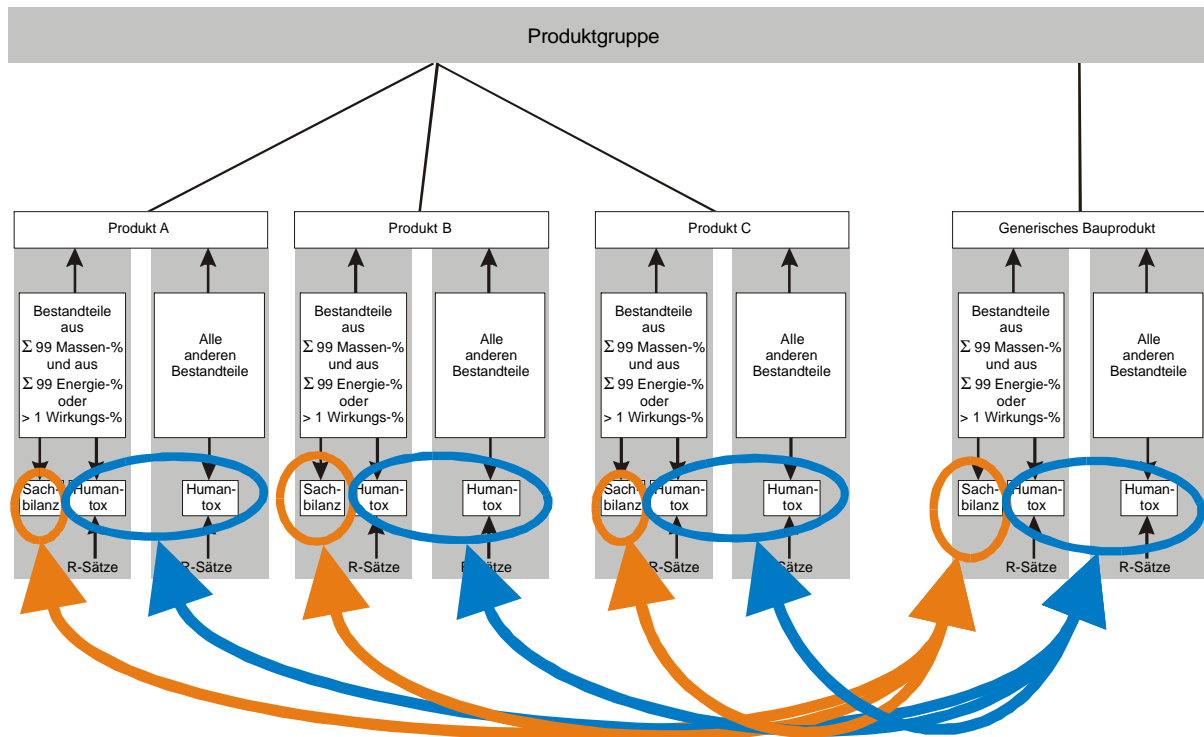
Da das nationale Umweltzeichen "Blauer Engel" bisher Produkte mit krebserzeugenden Inhaltsstoffen von der Zeichenvergabe ausschließt, ist das in Abbildung 24 wiedergegebene Verfahren geeignet, wenn die Forderung, daß keine c-m-t-Stoffe zugelassen sind auch deutlich ausformuliert wird.

#### 4.2.7 Bewertung globaler Umweltwirkungen

Es besteht das Problem der Bewertung der einzelnen Kriterien unter Abwägung weiterer Randparameter. Ist beispielsweise 20% weniger Materialverbrauch mehr wert als 20% weniger Energieverbrauch? Diese Fragestellung muß im Produktgruppen-Forum gelöst werden.

Um die von im Produktgruppen-Forum erarbeiteten Kriterien anwendbar zu machen, müssen die Kriterien gewichtet werden, um damit den späteren Vergleich und die dann folgende Vergabeentscheidung zu erlauben. Teilweise geschieht diese Gewichtung bereits in der Auswahl der als relevant betrachteten Kriterien (die abgelehnten oder nicht als relevant betrachteten Kriterien sind sozusagen mit dem Faktor 0 gewichtet).

Genauso wie bei anderen hoch aggregierten Indikatoren ein gesellschaftspolitischer Konsens zur Gewichtung und Bewertung gefunden wurde, muß in diesem Forum der Konsens ausgehandelt werden.



**Abbildung 25: Vergleiche innerhalb einer Produktgruppe.**

Der Vorgang des Aushandels und des Vereinbaren der für die Bauproduktgruppe relevanten Kriterien und die Festschreibung der zulässigen Werte ist letztendlich nichts anderes als die Gewichtung der einzelnen Kriterien. Wenn diese Gewichtung erfolgt ist, dann wäre auch die Aggregation zu einem Einzahlenwert möglich. Der dabei entstehende Wert könnte als "Produktgruppen"-Indikator bezeichnet werden. Den Autoren dieser Studie ist die mit Aggregation auf Einzahlenwerte verbundene Problematik durchaus bekannt und bewußt.

Nach der Analyse des Vorgehens beim Erreichen des gesellschaftspolitischen Konsens steht folgendes fest:

1. Unterschiedliche Interessengruppen haben unterschiedliche Vorstellungen über die "Wichtigkeit" der Kriterien für die Produktgruppe.
2. In der Diskussion im Produktgruppen-Forum wird durch einen iterativen Prozeß eine Annäherung erreicht. Dieser Prozeß könnte durch eine DV-gestützte Nutzwertanalyse wesentlich erleichtert und beschleunigt werden.
3. Wenn ein Konsens gefunden wird, dann herrscht über die "Wichtigkeit" der Kriterien in diesem Forum Einigkeit.

Bis hierhin besteht kein Unterschied zum bisherigen Verfahren. Wenn nun ein Produkt A mit dem generischen Produkt verglichen werden soll, dann werden die einzelnen Kriterien in der Reihenfolge ihrer "Wichtigkeit" gegeneinander verglichen und ein Vergleichsergebnis ermittelt. Dieses Vergleichsergebnis kommt aufgrund einer impliziten Aggregation auf einen Einzahlenwert und dem Vergleich dieses Einzahlenwerts zustande (Produkt A ist besser

bzw. schlechter als das generische Produkt). Es stellte sich die Frage, ob die mit der Bewertung verbundenen Fragestellungen aus dieser indirekten Aggregation herrühren. Durch die bloße Aussage, daß Kriterien und deren Werte "irgendwie" gesellschaftlich ausgehandelt werden müssen, wird das eigentliche Ziel, die Vergleichbarkeit von Bauprodukten innerhalb einer Bauproduktgruppe, nicht leichter erreicht, sondern übermäßig verklausuliert und verschleiert. Wenn für die Erstellung eines Vergabeverfahrens die Aggregation auf einen Einzahlenwert ausdrücklich gefordert wird, dann geschieht nichts anderes, als daß das bisherige Vorgehen den Beteiligten bewußt gemacht wird und das Ziel, nämlich das Finden eines Bewertungsmaßstabs für ein Bauprodukt innerhalb einer Bauproduktgruppe, leichter erreicht werden kann. Daher kann der Vergleich auch folgendermaßen aussehen:

4. Es läßt sich nun eine Formel oder ein Punkteverfahren finden, daß die Kriterien in ihrer "Wichtigkeit" und damit in ihrer Gewichtung festschreibt.
5. Mittels dieser Formel oder des Punkteverfahrens lassen sich die Kriterien konsensual gewichtet zu einem Einzahlenwert zusammenfassen.
6. Dieser Einzahlenwert wird zum Vergleich der konkreten Einzelprodukte mit dem generischen Bauprodukt verwendet.

Für diesen "Produktgruppen"-Indikator muß ausdrücklich betont werden, daß er nur für genau die eine Produktgruppe gilt, für die er geschaffen wurde. Die "Produktgruppen"-Indikatoren verschiedener Produktgruppen sind nicht miteinander vergleichbar. Weiterhin ist zu fordern, daß dieser Einzahlenwert nicht für Werbezwecke oder zu anderen Zwecken als den Vergleich von Produkten innerhalb einer Produktgruppe verwendet werden darf.

Das Produktgruppen-Forum wird durch den Zwang einen Einzahlenwert für ihre Produktgruppe zu finden stärker auf das Ziel fokussiert, ein klares Vergabeverfahren für ein Umweltzeichen zu finden.

### 4.3 Transporte

Transportprozesse verursachen bekanntermaßen eine ganze Reihe von gravierenden Umweltbelastungen; insbesondere tragen sie zur Emission von Luftschadstoffen mit versauernder ( $\text{SO}_2$  und  $\text{NO}_x$ ) und photooxidativer Wirkung bei. Als Energieressource dienen jeweils fossile Energieträger (i.d.R. Erdöl bzw. Diesel), bei deren Verbrennung neben anderen Schadstoffen das für den Treibhauseffekt relevante Kohlendioxid emittiert wird.

Bauprodukte, die zur gleichen Produktgruppe gehören, können sich erheblich in den Transportwegen unterscheiden, die mit ihrer Produktion und ihrem Einbau verbunden sind. Daher ist eine Abschätzung erforderlich, ob und in welchem Umfange Transporte zur Gesamtumweltbelastung eines Produktes beitragen. Im Rahmen von Ökobilanzen können diese Abschätzungen sehr gut durch Wahl unterschiedlicher Transport-Szenarien vorgenommen werden.

Ein Bauprodukt läßt sich bis zum Werkort des Baustoffherstellers eindeutig bilanzieren, d.h. die zur Herstellung erforderlichen Prozesse, Materialien und der Energieeinsatz sind bekannt. Bevor der Baustoff auf der Baustelle eingebaut wird, muß er transportiert werden, sei es direkt zur Baustelle oder über einen Zwischenhändler (z.B. Baumarkt, Baustoffhändler). Diese Transporte sind in ihrer Art und Umfang nur schwer zu erfassen.

Es ist aber möglich, durchschnittliche Transportdistanzen für die Vergabe anzunehmen. Diese Annahmen können allerdings signifikant von der Realität abweichen. Eigentlich kann auf Produktebene nicht über die Transportdistanzen entschieden werden, da diese erst nach Einbau in das Bauwerk tatsächlich bekannt sind. Daher müßte das Umweltzeichen in diesem Fall in Abhängigkeit des zu erstellenden Bauwerks vergeben werden. Ein solcher Ansatz ist aber nicht praktikabel.

Eine genauere Untersuchung der durchschnittlichen Transportwege von Produkten innerhalb der einzelnen Produktgruppen könnte hier Abhilfe schaffen. Aufgrund der räumlichen Verteilung der Hersteller für ein bestimmtes Produkt, ist es unter Umständen möglich, eine

mittlere Transportdistanz anzugeben. Doch bleibt dieser Wert mit einer entsprechenden Unsicherheit behaftet. Dennoch ermöglicht die Annahme mittlerer Transportentfernungen eine Aussage, in welchem Umfang transportbedingte Umweltbelastungen für einzelne Produktgruppen für die Vergabe des Umweltzeichens von Bedeutung sind.

In diesem Zusammenhang taucht hier ein weiterer Gegensatz auf: Der freie Warenverkehr innerhalb der Europäischen Gemeinschaft, der nicht behindert werden darf, widerspricht der Forderung nach der Reduktion der Transportaufwendungen, die zu einer Bevorzugung regional verfügbarer Produkte führt. Dieser Widerspruch kann nicht durch das Umweltzeichen geklärt werden.

Der Einfluß unterschiedlicher Transportentfernungen auf die Gesamtheit der Umweltbelastungen, die mit einem Bauprodukt verbunden sind, kann bei ausgewählten Beispielen durch Variation der Entfernungen im Rahmen der ökobilanziellen Berechnungen bestimmt werden.

Im Rahmen der folgenden Ausführungen soll nun beispielhaft überprüft werden, welche Umweltrelevanz Transportprozesse für den Lebensweg von Bauprodukten haben und inwiefern die transportbezogenen Umweltbelastungen sinnvoll in ein Verfahren zur Erteilung eines Umweltzeichens einbezogen werden könnten. In einem ersten Schritt erfolgt dabei eine Konzentration der Betrachtung auf die Wirkungskategorien Primärenergieverbrauch, Treibhauspotential, Versauerungspotential und Photooxidantienbildungspotential<sup>19</sup>.

Grundsätzlich gibt es in diesem Zusammenhang zwei Möglichkeiten, Transportprozesse einzubeziehen: Zum einen implizit als Bestandteil einer kompletten Ökobilanz (siehe Abschnitt 4.3.2), zum anderen aber auch explizit als separate Information zu bestimmten Lebenswegphasen eines Produkts (siehe Abschnitt 4.3.1).

#### **4.3.1 Die Transportstufen rund um den Hersteller**

Unmittelbar interessant erscheinen zunächst einmal die Transportprozesse der beiden Transportstufen rund um den Hersteller, d.h. der Transport der Rohstoffe und Halbzeuge zum Hersteller sowie der Transport der Produkte zum Handel bzw. zum Endverbraucher. Die transportbezogenen Informationen (Transportentfernungen, Transportmittel etc.) sind produktspezifisch und relativ leicht zu ermitteln, da man davon ausgehen kann, daß der Hersteller, d.h. der Bewerber für ein potentiell Umweltzeichen, in der Regel über diese Informationen verfügt. Andererseits ist zu erwarten, daß in einem gewissen Umfang eine Einflußnahme des Herstellers auf dieser Ebene möglich ist. Dies kann beispielsweise durch eine entsprechende Auswahl der Lieferanten geschehen oder auch durch eine Optimierung der Distributionsstrukturen. Transportprozesse der weiteren Vorketten (z.B. Kohleantransport für externe Energieerzeugung) können dagegen wesentlich weniger beeinflusst werden. Zudem ist hier die Datenlage schlechter, so daß häufig gemittelte Daten verwendet werden müssen, die spezifischen Vorketten eines Produkts also gar nicht adäquat berücksichtigt werden können. Liegen keine Informationen vor, so wird die ökologisch ungünstigste Variante als Näherung angenommen.

Anhand zweier Produktbeispiele wird im folgenden vereinfachend die relative Bedeutung einer der oben aufgeführten Transportstufen untersucht: *Hersteller - Handel* bzw. *Hersteller - Endverbraucher*. Die Produkte, es handelt sich um Dispersionsklebstoff und Transportbeton, sind so ausgewählt, daß sie sich sowohl hinsichtlich der Aufwendungen zur Herstellung als auch hinsichtlich der transportbezogenen Rahmenbedingungen unterscheiden.

Einen Einfluß auf die Umweltbelastungen pro Gewichtseinheit transportierten Gutes haben das Transportmittel, die Transportentfernung, die Auslastung und der Anteil benutzter

---

<sup>19</sup> Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)

Straßentypen. Die Bilanzierung erfolgte auf der Basis von Umberto 3.2<sup>20</sup>. Als Transportmittel wurde ein durchschnittlicher LKW und der durchschnittliche Anteil benutzter Straßentypen<sup>21</sup> festgelegt. Variiert wurden demgegenüber jeweils die Transportentfernung und der Auslastungsgrad. Ein Unterschied zwischen den beiden Varianten besteht insofern, als es sich einmal um Speditions- und das andere Mal um Werksverkehr handelt (siehe Abschnitte 4.3.1.1 und 4.3.1.2).

#### 4.3.1.1 Beispiel Dispersionsklebstoff

Im Falle des Produkts Klebstoff wird angenommen, daß er im Speditionsverkehr transportiert wird, d.h. dem Klebstoff wird nur der Transport über die angenommene Transportentfernung angerechnet. Eine Leerfahrt muß nicht berücksichtigt werden, da der LKW im Anschluß mit anderen Gütern beladen wird.

Es wurden fünf verschiedene Transportentfernungen zwischen 50 und 1000 km berücksichtigt. Die Auslastung wurde dabei auf jeweils 60% gesetzt. Für zwei Entfernungen, 50 und 1000 km, wurde darüber hinaus auch die Auslastung variiert (40 bzw. 80%).

Die Ergebnisse zeigen, daß der Anteil transportbezogener Belastungen generell mit steigender Entfernung wächst und mit sinkender Auslastung größer wird (siehe Tabelle 19). Die Unterschiede zwischen den Kriterien sind nur gering, tendenziell liegen die Werte für die Kriterien Treibhauspotential und Versauerungspotential aber am höchsten. Der transportbezogene Anteil steigt von ca. 0,1% bei 50 km auf 1,7 bis 2,6% bei 1000 km, bleibt damit insgesamt eher gering. Bei einer Auslastung von nur 40% erhöht sich der Anteil auf maximal 0,2% bzw. 3,6%.

---

<sup>20</sup> Modulbibliothek zur Ökobilanzsoftware umberto, Version 3.2, Stand 1999.

<sup>21</sup> Fahranteil Autobahn: 51%, Fahranteil Innerorts: 19%, Fahranteil Landstrasse: 30%.

	Primärenergieverbrauch		Treibhauspotential		Versauerungspotential		POCP	
Bezeichnung	Absolute Werte kJ	Prozentualer Anteil der Transporte	Absolute Werte kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	Prozentualer Anteil der Transporte	Absolute Werte kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	Prozentualer Anteil der Transporte	Absolute Werte kg Ethen-Äquivalent	Prozentualer Anteil der Transporte
Dispersionsklebstoff	7,58E+04		3,82E+00		2,96E-02		2,96E-03	
Transport 50km	6,72E+01	0,1%	5,15E-03	0,1%	3,75E-05	0,1%	2,94E-06	0,1%
Transport 100km	1,34E+02	0,2%	1,03E-02	0,3%	7,49E-05	0,2%	5,87E-06	0,2%
Transport 250km	3,36E+02	0,4%	2,57E-02	0,7%	1,87E-04	0,7%	1,47E-05	0,5%
Transport 500km	6,72E+02	0,9%	5,15E-02	1,5%	3,75E-04	1,2%	2,94E-05	1,0%
Transport 1000km	1,34E+03	2,0%	1,03E-01	2,7%	7,49E-04	2,5%	5,87E-05	2,0%
Transport 50km, Auslastung hin: 40%	9,25E+01	0,1%	7,09E-03	0,2%	5,13E-05	0,2%	4,21E-06	0,1%
Transport 50km, Auslastung hin: 80%	5,46E+01	0,1%	4,18E-03	0,1%	3,06E-05	0,1%	2,30E-06	0,1%
Transport 1000km, Auslastung hin: 40%	1,85E+03	2,0%	1,42E-01	3,6%	1,03E-03	3,0%	8,42E-05	3,0%
Transport 1000km, Auslastung hin: 80%	1,09E+03	1,5%	8,36E-02	2,2%	6,11E-04	2,0%	4,60E-05	1,5%

Annahmen: Speditionsverkehr, Durchschnittsdaten für LKW-Typ, Auslastung (60%) und Anteil der Straßentypen.

**Tabelle 19: Anteil der Transporte für 1 kg transportierten Dispersionsklebstoff.**



#### 4.3.1.2 Beispiel Transportbeton

Im Falle des Produkts Transportbeton<sup>22</sup> wird angenommen, daß er im Werksverkehr transportiert wird, d.h. dem Transportbeton wird über den eigentlichen Transport hinaus auch die leere Rückfahrt zugerechnet. Zudem handelt es sich um ein Massengut, bei dem von einer Auslastung nahe 100% ausgegangen werden kann. Im Berechnungsbeispiel wird für die Hinfahrt eine Auslastung von 90%, für die Rückfahrt eine von 0% festgelegt.

Es wurden fünf verschiedene Transportentfernungen zwischen 50 und 1000 km berücksichtigt. Für zwei Entfernungen, 50 und 1000 km, wurde darüber hinaus auch die Auslastung variiert (Fall 1: Auslastung hin 60%, zurück 0%; Fall 2: Auslastung hin 100%, zurück 40%).

Die maximal gewählte Entfernung von 1000 km ist für Transportbeton mit Sicherheit unwahrscheinlich, da er in der Realität maximal 50 – 100 km transportiert wird. In den Tabellen ist die entsprechende Angabe daher mit einem \* markiert. In die Berechnungen wurde diese Entfernung trotzdem mit einbezogen, um zu zeigen, welche Umweltauswirkungen beim Fern-Transport schwerer Materialien (z.B. Natursteine) aus nicht-regionalem Abbau auftreten können.

Die Ergebnisse zeigen auch hier, daß der Anteil transportbezogener Belastungen generell mit steigender Entfernung wächst und mit sinkender Auslastung größer wird (siehe Tabelle 20). Im Gegensatz zum vorangegangenen Beispiel fällt aber der wesentlich höhere Anteil transportbezogener Belastungen auf. Zudem fallen relativ große Unterschiede zwischen den Kriterien auf. Mit Abstand am höchsten liegen die Werte für das Versauerungspotential, gefolgt vom POCP. Am wenigsten Bedeutung besitzt demgegenüber das Treibhauspotential.

Bei einer Entfernung von 50 km liegt der Anteil des Transports zwischen 5% (Treibhauspotential) und 29% (Versauerungspotential). Für eine Entfernung von 1000 km steigt der transportbezogene Anteil auf 50% bzw. 89% und beeinflusst damit das Gesamtergebnis wesentlich. Eine Veränderung der Auslastung wie oben angeführt läßt die Anteile um jeweils unter 10% Prozent ansteigen bzw. sinken.

---

<sup>22</sup> Datengrundlage: Software ECOPRO. Siehe Abschnitt A.2.1.

	Primärenergieverbrauch		Treibhauspotential		Versauerungspotential		POCP	
Bezeichnung	absolute Werte kJ	prozentualer Anteil des Transportes an Transportbeton	absolute Werte kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	prozentualer Anteil des Transportes an Transportbeton	absolute Werte kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	prozentualer Anteil des Transportes an Transportbeton	absolute Werte kg Ethen-Äquivalent	prozentualer Anteil des Transportes an Transportbeton
Transportbeton	8,49E+02	0%	1,31E-01	0,00%	1,16E-04	0,00%	3,01E-05	0,00%
Transport 50km	8,40E+01	9%	6,44E-03	4,67%	4,67E-05	28,71%	3,78E-06	11,16%
Transport 100km	1,68E+02	17%	1,29E-02	8,93%	9,34E-05	44,61%	7,57E-06	20,08%
Transport 250km	4,20E+02	33%	3,22E-02	19,68%	2,33E-04	66,82%	1,89E-05	38,58%
Transport 500km	8,40E+02	50%	6,44E-02	32,89%	4,67E-04	80,11%	3,78E-05	55,68%
Transport 1000km* (z.B. Marmor)	1,68E+03	66%	1,29E-01	49,50%	9,34E-04	88,95%	7,57E-05	71,53%
Transport 50km, Auslastung hin: 60%, zurück: 0%	1,18E+02	12%	9,02E-03	6,42%	6,51E-05	35,97%	5,48E-06	15,39%
Transport 50km, Auslastung hin: 100%, zurück: 40%	6,00E+01	7%	4,60E-03	3,38%	3,35E-05	22,43%	2,57E-06	7,87%
Transport 1000km, Auslastung hin: 60%, zurück: 0%	2,35E+03	74%	1,80E-01	57,86%	1,30E-03	91,83%	1,10E-04	78,44%
Transport 1000km, Auslastung hin: 100%, zurück: 40%	1,20E+03	59%	9,19E-02	41,16%	6,70E-04	85,26%	5,15E-05	63,08%

\* Die maximal gewählte Entfernung von 1000 km ist für Transportbeton mit Sicherheit unwahrscheinlich, da er in der Realität maximal 50 – 100 km transportiert wird. In den Tabellen ist die entsprechende Angabe daher mit einem \* markiert. In die Berechnungen wurde diese Entfernung trotzdem mit einbezogen, um zu zeigen, welche Umweltauswirkungen beim Fern-Transport schwerer Materialien (z.B. Marmor) aus nicht-regionalem Abbau auftreten können.

Annahmen: Werksverkehr, Durchschnittsdaten für LKW-Typ und Anteil der Straßentypen, Auslastung hin: 90%, zurück: 0%.

**Tabelle 20: Anteil der Transporte für 1 kg transportierten Transportbeton.**

#### 4.3.1.3 Interpretation der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Der Vergleich der Ergebnisse aus Tabelle 19 und Tabelle 20 zeigt, daß beim Transportbeton schon relativ geringe Transportentfernungen einen deutlichen Anteil an den Gesamtumweltbelastungen des Produktes ausmachen. Wenn man – was auch der Realität entsprechen dürfte – annimmt, daß der Transportbeton nur über eine deutlich kürzere Strecke transportiert wird als der Dispersionsklebstoff, so ist der transportbezogene Anteil der Umweltbelastungen auf jeden Fall höher als für den Dispersionsklebstoff. Dabei wirken sich einerseits die relativ geringeren Belastungen für die Herstellung des Betons aus. Der Dispersionsklebstoff weist für die Herstellung Werte um den Faktor 29 bis 255 höher aus als der Beton (siehe Tabelle 21). Andererseits unterscheiden sich aber auch die absoluten Werte für die Transporte aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen (siehe Tabelle 22), was den absoluten Beitrag im Falle des Betons erhöht. Beide Effekte zusammen führen zu einer relativ hohen Transportsensitivität des Produkts Transportbeton und einer entsprechend geringen im Fall des Dispersionsklebstoffs.

Herstellung von 1 kg Produkt	Einheit	Transportbeton	Dispersionsklebstoff	Verhältnis Klebstoff / Transportbeton
Primärenergieverbrauch	kJ	8,49E+02	7,58E+04	89
Treibhauspotential	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	1,31E-01	3,82E+00	29
Versauerungspotential	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	1,16E-04	2,96E-02	255
POCP	kg Ethen-Äquivalent	3,01E-05	2,96E-03	98

**Tabelle 21: Wirkungsabschätzung für Dispersionsklebstoff und Transportbeton.**

Transportentfernung 100 km für 1 kg Güter	Einheit	Speditionsverkehr, Auslastung 60%	Werkverkehr, Auslastung hin: 90%, zurück: 0%
Primärenergieverbrauch	kJ	1,34E+02	1,68E+02
Treibhauspotential	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	1,03E-02	1,29E-02
Versauerungspotential	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	7,49E-05	9,34E-05
POCP	kg Ethen-Äquivalent	5,87E-06	7,57E-06

**Tabelle 22: Wirkungsabschätzung für Güter im Speditions- und Werkverkehr.**

#### 4.3.2 Transportprozesse in Ökobilanzen

Neben der expliziten Betrachtung von einzelnen Transportprozessen bzw. Transportstufen wie im vorigen Beispiel, besteht auch die Möglichkeit, sämtliche Transportprozesse innerhalb der gewählten Systemgrenzen, d.h. auch für alle einbezogenen Vorketten, in ein Verfahren zur Erteilung eines Umweltzeichens einzubeziehen. Die Daten sind je nach definierten Systemgrenzen in einer bestehenden Ökobilanz schon enthalten, allerdings erfahrungsgemäß nicht durchgehend disaggregiert, d.h. als transportbedingt erkennbar. Zudem handelt es sich gerade bei den Vorketten meist um gemittelte Daten, die nicht produktspezifisch sind.

Auf der Basis von Ökobilanzen konnte schon für zahlreiche Produkte die große Bedeutung von Transportprozessen für die Umweltbelastung eines Produkt auf seinem Lebensweg nachgewiesen werden [Borken 1999]. Teilweise entscheiden Transportprozesse sogar über

den Ausgang eines Produktvergleiches. Klassisches Beispiel dafür sind der Vergleich von Einweg- mit Mehrwegverpackungen, bei denen insbesondere die Annahmen zu Transportentfernungen und Auslastungsgraden entscheidend sein können.

Nachfolgend wird auf zwei Ökobilanzstudien zu Bauprodukten näher eingegangen, einer Studie zu Fenstern [Kreissig 1998] und einer zu Bodenbelägen [UBA 1998], anhand derer sich beispielhaft der Einfluß von Transporten auf das Gesamtergebnis einer Bilanz zeigen läßt.

#### 4.3.2.1 Beispiel Fenster

In der Studie [Kreissig 1998] wird eine Ökobilanz u.a. für ein Holz- und ein PVC-Fenster erstellt. Da die jeweiligen Belastungen nach ihrer Herkunft differenziert werden, läßt sich der Anteil der Belastungen ermitteln, der durch Transporte verursacht wird. Nähere Angaben zu den gewählten Transportentfernungen, Transportmitteln, Auslastungsgraden etc. lassen sich der Studie allerdings nicht entnehmen, so daß eine vergleichende Betrachtung und eine etwaige Sensitivitätsanalyse zu unterschiedlichen Entfernungen etc. nicht möglich sind.

Bezugsgröße ist jeweils ein Fenster der Größe 1,23m x 1,48m (Beschreibung siehe [Kreissig 1998]). Als Bilanzzeitraum wird die Lebensdauer beider Fenstertypen von jeweils 40 Jahre angenommen. Für das Holzfenster wird zusätzlich von einem Anstrich des unteren Drittels des Fensterrahmens nach vier Jahren ausgegangen; nach weiteren vier Jahren wird die Außenoberfläche des Rahmens komplett neu gestrichen. Die Bilanzierung der Transporte erfolgte auf der Basis von GaBi 2.0<sup>23</sup>.

Erfaßt wurden dafür folgende Prozeßschritte:

- alle Inputmaterialien der Herstellung der Fenster- und Fassadenelemente,
- alle nötigen Prozeßenergien der Herstellung,
- die Transporte der Beschaffung, Distribution und Entsorgung,
- die Förderung, Produktion und der Einsatz von Treibstoffen, Strom und Wärme,
- Verwertung und Beseitigung von Abfällen,
- Thermisches und stoffliches Recycling der Produkte,
- Herstellung der Vor- und Hilfsstoffe,
- Instandhaltung und Wartung während der Nutzung des Produkts.

In Tabelle 23 sind die Ergebnisse der Bilanzierung, differenziert nach Transportanteil und übriger Herkunft der Belastung dargestellt. Für die Berechnung des Treibhauspotentials wird die CO<sub>2</sub>-Fixierung während des Baumwachstums als negativer CO<sub>2</sub>-Eintrag berücksichtigt. Am Ende des Lebenswegs wird durch Verbrennungs- oder Verrottungsprozesse die gleiche Menge CO<sub>2</sub> wieder frei. Beides zusammengekommen ergibt eine CO<sub>2</sub>-Neutralität des nachwachsenden Rohstoffs Holz.

Aufgrund der unterschiedlichen absoluten Daten kann ein ca. 10% höherer Transportaufwand für das PVC-Fenster festgestellt werden. Der Anteil der Transportaufwendungen an der Gesamtbelastung beträgt je nach Wirkungskategorie zwischen einem und knapp sechs Prozent. Die Anteile sind bei beiden Fenstern relativ ähnlich. Die größten Abweichungen lassen sich für das Photooxidantienbildungspotential erkennen. Hier liegt der Transportanteil des PVC-Fensters deutlich über demjenigen des Holzfensters. Dies läßt sich durch die Oberflächenbehandlung des Holzfensters begründen, die sich vor allem in hohen Werten für

---

<sup>23</sup> Datengrundlage: Software GaBi 2.0. Siehe Abschnitt A.1.4.

das Photooxidantienbildungspotential niederschlägt und zu einer relativ hohen Gesamtsumme dieser Kategorie führt, so daß der Transportanteil an relativer Bedeutung verliert.

	Einheit	Fenster komplett ohne Transporte	Transporte	Prozentualer Anteil der Transporte
Holzfenster				
Primärenergieverbrauch	MJ	2.080	27	1,3%
Treibhauspotential	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	83,4	2	2,3%
Versauerungspotential	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	0,534	0,017	3,1%
Eutrophierungspotential	kg PO <sub>4</sub> -Äquivalent	0,053	0,003	5,4%
POCP	kg Ethen-Äquivalent	0,29	0,003	1,0%
PVC-Fenster				
Primärenergieverbrauch	MJ	2.311	30	1,3%
Treibhauspotential	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	132,8	2,2	1,6%
Versauerungspotential	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	0,443	0,019	4,1%
Eutrophierungspotential	kg PO <sub>4</sub> -Äquivalent	0,05	0,003	5,7%
POCP	kg Ethen-Äquivalent	0,048	0,003	5,9%

Annahmen: Fenster der Größe 1,23m x 1,48m und das Szenario "2000".

**Tabelle 23: Bilanzergebnisse eines Holz- und eines PVC-Fensters und der Transportanteil.**

#### 4.3.2.2 Beispiel Fußbodenbeläge

In [UBA 1998] werden in der Regel keine fallspezifischen Transportdistanzen ermittelt, sondern pauschale Annahmen zu Materialien und Produkten getroffen. Generell wird zwischen zentralen und dezentralen Transportvorgängen unterschieden. Für Transporte von und zu zentralen Standorten wird eine Distanz von 450 km, für dezentrale Transportprozesse eine Distanz von 100 km angenommen. Die Bilanzierung der Transporte selbst beruht auf Daten aus GEMIS<sup>24</sup> (1993, Update 1994). Die konkreten Annahmen zu den Transportentfernungen innerhalb der Studie [UBA 1998] zu Linoleum- und PVC-Bodenbelägen sind in Tabelle 24 (Bezug: 1 m<sup>2</sup> fertig verlegter Bodenbelag. Transportprozesse der jeweiligen Vorketten (z.B. Leinölherstellung) sind hier nicht ausgewiesen) und Tabelle 25 aufgelistet.

Modul	Transportiertes Gut	Transportentfernung	Transportmittel
Belagsherstellung: Transporte von der jeweiligen Produktion zum Belagshersteller	0,913 kg Leinöl	450 km	LKW
	1,199 kg Holzmehl	450 km	LKW
	0,6 kg Kalk	450 km	LKW
Bereitstellung und Verlegung Belag: Transporte vom Hersteller zum Einbau (inkl. Handel)	3,45 kg Belag	450 km	LKW
	1,7 kg Spachtelmasse	100 km	LKW

Bezug: 1 m<sup>2</sup> fertig verlegter Bodenbelag. Transportprozesse der jeweiligen Vorketten (z.B. Leinölherstellung) sind hier nicht ausgewiesen.

**Tabelle 24: Transportprozesse des Linoleumbelags.**

<sup>24</sup> Datengrundlage: Software GEMIS. Siehe Abschnitt A.1.3.

Modul	Transportiertes Gut	Transport-entfernung	Transport-mittel
Belagsherstellung: Transporte von der jeweiligen Produktion zum Belagshersteller	1,3 kg PVC-Granulat	450 km	LKW
	0,6 kg DEHP <sup>25</sup>	450 km	LKW
	1,9 kg Kreide	450 km	LKW
Bereitstellung und Verlegung Belag: Transporte vom Hersteller zum Einbau (inkl. Handel)	3,8 kg Belag	450 km	LKW
	1,7 kg Spachtelmasse	100 km	LKW

Bezug: 1 m<sup>2</sup> fertig verlegter Bodenbelag. Transportprozesse der jeweiligen Vorketten (z.B. Herstellung PVC-Granulat) sind hier nicht ausgewiesen.

**Tabelle 25: Transportprozesse des PVC-Belags.**

Die Ergebnisse der Bilanzierung (siehe Tabelle 26) zeigen, daß der Anteil der Transporte an den Gesamtumweltbelastungen beider untersuchter Varianten sehr unterschiedlich ausfällt. Der Anteil am PVC-Bodenbelag ist mit ca. 3 bis 11 Prozent relativ niedrig verglichen mit 6 bis über 30 Prozent für den Linoleumbodenbelag. Dies resultiert nicht zuletzt aus den unterschiedlich hohen Absolutwerten beider Varianten. Je geringer die Umweltauswirkungen eines Produktes sind, desto größer ist der Einfluß, den etwaige Transportprozesse spielen, wenn – wie in diesem Fall - von Transportprozessen in ähnlicher Größenordnung ausgegangen werden kann.

	Einheit	Fußboden komplett ohne Transporte	Transporte	prozentualer Anteil der Transporte
Linoleumbodenbelag				
Primärenergieverbrauch	MJ	142,024	8,890	5,9%
Treibhauspotential	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	5,43	0,71	11,5%
Versauerungspotential	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	0,018	0,008	31,4%
Eutrophierungspotential	kg PO <sub>4</sub> -Äquivalent	0,0022	0,0011	33,4%
POCP*	kg Ethen-Äquivalent	0,0037	0,0014	27,4%
PVC-Bodenbelag				
Primärenergieverbrauch	MJ	214,064	6,46	2,9%
Treibhauspotential	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	8,21	0,45	5,2%
Versauerungspotential	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	0,057	0,005	7,5%
Eutrophierungspotential	kg PO <sub>4</sub> -Äquivalent	0,0058	0,0007	11,1%
POCP	kg Ethen-Äquivalent	0,0146	0,0008	5,5%

Bezug: Herstellung von 1 m<sup>2</sup> fertig verlegtem Bodenbelag.

**Tabelle 26: Bilanzergebnisse eines Linoleum- und eines PVC-Bodenbelags.**

Im Falle des Linoleumbodenbelags haben deshalb die Transportprozesse einen hohen Anteil an den Umweltbelastungen für die Wirkungskategorien Versauerungs-, Eutrophierungs- und Photooxidantienbildungspotential. Davon unberührt ist die Summe aus den prozeß- und transportbedingten Umweltbelastungen für den Linoleumbodenbelag im untersuchten Beispiel dennoch absolut gesehen wesentlich niedriger als beim PVC-Bodenbelag.

<sup>25</sup> DEHP: Di-2-(ethylhexyl)-phthalat

#### 4.3.2.3 Schlußfolgerungen für die Erteilung eines Umweltzeichens

Die Basis für die Erteilung eines Umweltzeichens sollte die Analyse möglichst aller umweltbezogenen Auswirkungen eines Produktes sein. Damit eingeschlossen sind auch die Auswirkungen von Transportprozessen. Es stellt sich allerdings die Frage, ob der Aspekt "Transportprozesse" explizit als Kriterium in ein solches Verfahren einfließen sollte.

Sinnvoll erscheint die Berücksichtigung dann, wenn der Anteil transportbezogener Umweltbelastungen wesentlich zur Gesamtbelastung von Bauprodukten beiträgt. Es handelt sich in einem solchen Fall um eine wichtige Zusatzinformation, die Entlastungspotentiale für die Umwelt erwarten läßt. Die obigen Beispiele zeigen klar, daß in Abhängigkeit vom Produkt, Transporte eine wesentliche Rolle spielen können. Insbesondere Produkte mit vergleichsweise geringen Umweltauswirkungen erweisen sich als sensitiv gegenüber Transporten (z.B. Transportbeton oder Linoleumbodenbelag). Allerdings muß dabei immer das Gesamtbild im Blick bleiben, d.h. die absolute Umweltauswirkung insgesamt den Maßstab darstellen. Andernfalls besteht die Gefahr, ökologisch günstige Produkte zu benachteiligen. Zudem gilt es zu berücksichtigen, welche Massen des jeweiligen Produkts in ein Bauvorhaben einfließen. Je größer die jeweilige Masse ist, desto stärker werden Transporte ins Gewicht fallen. Produkte, von denen häufig große Massen benötigt werden wie z.B. Kies, Beton oder Mauersteine werden allerdings üblicherweise lokal abgebaut oder hergestellt und nur über relativ geringe Distanzen transportiert. Es wäre sinnvoll, eine Klassifizierung der Produkte entsprechend ihrer Transportsensitivität vorzunehmen, die die oben genannten Aspekte mit einbezieht.

Wesentlich für eine gesonderte Berücksichtigung der Transporte ist daneben auch eine konsistente Datengrundlage. Ein gerechtes Verfahren ist nur dann möglich, wenn die gleiche Datentiefe bei allen Produkten der gleichen Produktgruppe vorausgesetzt werden kann.

In den vorangegangenen Kapiteln wurden zwei Möglichkeiten diskutiert, wie Transportprozesse einbezogen werden könnten:

1. Als Information zu den Transportstufen rund um den Hersteller: vom Lieferanten zum Hersteller und vom Hersteller zum Handel bzw. zum Endverbraucher.
2. Als Information in Ökobilanzen zu Transportprozessen aller Lebenswegphasen: Alle Vorketten sowie die Transporte rund um den Hersteller.

Aus verschiedenen Gründen, die im folgenden näher ausgeführt werden, wird die Möglichkeit 1 favorisiert: Vorteilhaft ist hierbei, daß

- davon auszugehen ist, daß die Daten dem Hersteller gut zugänglich sind, d.h. gute und konsistente Daten vorliegen;
- für den Hersteller die Möglichkeit besteht die Transportsituation zu beeinflussen (Lieferantenauswahl, Optimierung der Distributionsstruktur) und so die Umweltauswirkungen zu verringern;
- es sich um Daten zu einem spezifischen Produkt handelt und
- erfahrungsgemäß damit die größten Anteile der transportbezogenen Umweltauswirkungen erfaßt werden können.

Die Information aus der Ökobilanz, Möglichkeit 2, geht dabei allerdings nicht verloren, sondern wird als Datenbasis für die Gesamtbeurteilung der Bauprodukte herangezogen. Hier ist dann insbesondere auf eine konsistente Datengrundlage über den gesamten Lebensweg hinweg zu achten.

Zusammenfassend zeigen die beispielhaften Betrachtungen der Transportprozesse in den vorhergehenden Unterkapiteln, daß im Rahmen von Ökobilanzen der Einfluß der Transporte auf die Gesamtumweltbelastungen eines Bauproduktes quantitativ bestimmt werden kann.

Bauproduktgruppenspezifisch variiert der Anteil der Transporte an den Gesamtumweltbelastungen. Daher können orientierende Berechnungen mit mittleren Transportentfern-

ungen rasch zeigen, ob für die einzelne zu untersuchende Produktgruppe Transporte im Rahmen der Vergabe eines Umweltzeichens eine Rolle spielen oder aufgrund ihres geringen Anteils an den Gesamtumweltbelastungen vernachlässigt werden können.

Für die Beurteilung eines Bauproduktes ist die Summe aus produktions- und transportbedingten Umweltbedingungen entscheidend, jedoch variiert der Anteil der Transporte.  
Orientierende Berechnungen mit mittleren Transportentfernungen können rasch zeigen, ob für eine Produktgruppe Transporte im Rahmen der Vergabe eines Umweltzeichens vernachlässigt werden können oder nicht.

In Tabelle 27 ist für solche Abschätzungen als Datengrundlage eine Tabelle wiedergegeben, in der für den Transport von 1000 kg Gut die Absolutbeträge der transportbedingten Umweltbelastungen aufgeführt sind.

Bezeichnung	Treibhauspotential	Versauerungspotential	POCP	Primärenergieverbrauch
Einheit	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent	g Ethen-Äquivalent	MJ
Spedition 20 km	2,1	0,02	1,2	27
Spedition 250 km	26	0,2	15	340
Spedition 1000 km	100	0,8	59	1.400
Spedition 2500 km	260	1,9	150	3.400
Werksverkehr 20 km	2,6	0,02	1,5	34
Werksverkehr 250 km	32	0,2	19	420
Werksverkehr 1000 km	130	1,0	76	1.700
Werksverkehr 2500 km	320	2,3	190	4.200
1000 km Auslastung hin 60%, zurück 40%	120	0,9	69	1.600
2500 km Auslastung hin 60%, zurück 40%	300	2,2	170	3.900

Rahmenbedingungen: Transport von 1000 kg Gut über die angegebene Entfernung im Speditions- bzw. Werksverkehr.  
Auslastung Speditionsverkehr: 60%. Auslastung Werksverkehr: hin 90%, zurück 0% oder wie angegeben.

**Tabelle 27: Absolutwerte der transportbedingten Umweltbelastungen.**

In der Tabelle wird für den Speditionsverkehr von einer 60%-igen, für den Werksverkehr von einer 90%-igen gewichtsbezogenen Auslastung ausgegangen. Bei sehr leichten Gütern kann es vorkommen, daß diese gewichtsbezogenen Auslastungen nicht erreicht werden, da bereits vorher schon eine vollständige volumenbezogene Auslastung vorliegt. In diesem Fall würden die auf 1 Tonne transportbezogenen Umweltbelastungen weiter steigen.

Bei sehr dichten Gütern können höhere gewichtsmäßige Auslastungen erreicht werden. Die transportbezogenen Umweltbelastungen pro Tonne Material sinken dann. Für den Einzelfall sind die entsprechenden Berechnungen anhand der verfügbaren ökobilanziellen Module leicht durchführbar. Die Größenordnungen der zu erwartenden Zahlenwerte lassen sich direkt der Tabelle 27 entnehmen.

Die vorstehenden Beispiele zeigen, daß der Transporteinfluß nicht pauschal für alle Bauprodukte angegeben werden kann. Der Anteil kann allerdings für die einzelnen



Produktgruppen geschätzt werden. Die dazu notwendigen Informationen liegen bei den Herstellern vor. Die Beispiele zeigen weiterhin, daß der Anteil der Transporte keinesfalls dominant ist. Die Gefahr, daß bei Produkten mit ohnehin bereits hohen Belastungen die Transporte keine Rolle mehr spielen und deshalb vollständig vernachlässigt werden ist hoch.

Daher muß die Signifikanz der Transporte geprüft werden. Für diese Prüfung, ob der Anteil berücksichtigt werden muß oder ob er vernachlässigt werden kann, ermöglichen die Werte aus Tabelle 50 eine erste Abschätzung.

Wenn sich eine entsprechende Signifikanz ergibt (Richtwert für die Festlegung durch Produktgruppen-Forum ca. 10%) ist der Anteil der Transporte auf dem Umweltzeichen anzugeben und entsprechend zu kennzeichnen.

Wenn sich keine Signifikanz ergibt, ist dies keine Erlaubnis zum fast beliebigen Transportieren. Auch in diesem Fall gilt immer noch das Minimierungsgebot.

#### 4.4 Berücksichtigung der Nutzungsphase im Umweltzeichen für Bauprodukte

Bekanntermaßen sind die Umweltauswirkungen eines Bauwerks, das den definitionsgemäßen Einsatzbereich eines Bauprodukts darstellt, in der Nutzungsphase am größten. Bedingt wird dies einerseits durch die Heizenergiebereitstellung, die je nach Energiestandard und Bauweise bis zu 90 Prozent der gesamten Belastungen ausmachen kann. Besonders erwähnenswert sind in diesem Zusammenhang Bauprodukte, die zu einer direkten Verringerung des Heizenergiebedarfs führen, wie beispielsweise sehr gut gedämmte Fenster oder Dämmmaterialien. Der konkrete Beitrag zur Heizenergieverminderung durch ein spezifisches Bauprodukt kann dabei allerdings nicht beziffert werden (z.B. in Form von Ökobilanzdaten), da über das betreffende Bauwerk nichts bekannt ist.

Daneben spielen aber auch Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten während der Lebensdauer des Bauwerks eine Rolle. Diese hängen einerseits davon ab, welche Bauprodukte konkret eingesetzt werden. Langlebige, reparaturfreundliche Bauprodukte, die zudem wenig Unterhalt bedürfen, wirken sich positiv auf die Gesamtbilanz aus. Die durchschnittliche Lebensdauer, die sich in manchen Veröffentlichungen findet, kann dabei nur als Anhaltspunkt dienen, da verschiedene vom Bauprodukt selbst unabhängige Faktoren die Lebensdauer beeinflussen können: Je nachdem an welcher Stelle eines Bauwerks ein Bauprodukt eingebaut wird, kann die Lebensdauer unterschiedlich sein. Beispielsweise wird ein Holzfenster an der Wetterseite eines Hauses eine geringere Lebensdauer aufweisen und kürzere Unterhaltszyklen erfordern als ein Fenster in geschützter Lage. Zusätzlich müßte der weitere Einbaukontext eines Bauprodukts erfaßt werden. Beispielsweise könnte der Fall auftreten, daß ein Bauprodukt früher als nötig ersetzt werden muß, weil ein darunterliegendes Bauprodukt erneuert wird.

Hinzukommt, daß die Nutzenden bzw. Besitzenden Zeitpunkt und Ausmaß der Unterhalts- und Erneuerungsmaßnahmen nach individuellen Bedürfnissen und Möglichkeiten bestimmen. Wird erneuert, bevor die technische Lebensdauer eines Bauprodukts erreicht ist, so wird damit die Belastung erhöht. Der umgekehrte Fall kann ebenfalls eintreten, wobei hier unter Umständen mit Schäden für das Bauwerk gerechnet werden muß, die mit erhöhtem Aufwand repariert werden müssen oder sogar zu einer Verkürzung seiner Lebensdauer führen.

Aufgrund der damit verbundenen Komplexität können Einfluß der Nutzenden und die Einbausituation in einem Bauwerk bei der Vergabe eines Umweltzeichens nicht detailliert berücksichtigt werden. Die Anzahl der denkbaren Alternativen ist zu groß.

Allgemein gilt, daß die Umweltbelastungen durch ein Bauprodukt insgesamt um so geringer werden, je länger seine Lebensdauer ist. Aus diesem Grund sollte dieser Aspekt bei der Erteilung eines Umweltzeichens berücksichtigt werden. Die Bilanzierung ist aufgrund der oben erwähnten Unsicherheiten nur auf der Basis durchschnittlicher Daten zur Lebensdauer

möglich. In gleicher Weise kann mit den Unterhaltsaufwendungen umgegangen werden. Sinnvollerweise sollte der Aspekt der Reparaturfreundlichkeit hier mit berücksichtigt werden, denn er beeinflusst wesentlich die Lebensdauer eines Bauprodukts.

Kritisch an diesem Ansatz ist die Tatsache, daß über die Festlegung der Lebensdauer und der Unterhaltszyklen die relative Einschätzung eines Bauprodukts gegenüber seinen Konkurrenzprodukten massiv beeinflusst werden kann. Deshalb muß sie besonders sorgfältig und kritisch erfolgen. Für diese kritische Diskussion steht das Produktgruppen-Forum zur Verfügung.

Der Umgang mit den anderen erwähnten Aspekten gestaltet sich demgegenüber schwieriger: Über die Einbausituation und den Einfluß der Nutzenden können auf der Basis des einzelnen Bauprodukts keine Aussagen getroffen werden. Hier können im Umweltzeichen lediglich Handlungsempfehlungen gegeben werden.

Viele Fragen in der Nutzungsphase, wie beispielsweise Wärmeschutz, Schallschutz, Einbaufehler, Bauschäden sind in der Regel Fragen der Planung der Bauwerke. Diese Fragen können nicht an einzelnen Handelsprodukten festgemacht werden und entziehen sich der Beurteilung durch ein Umweltzeichen.

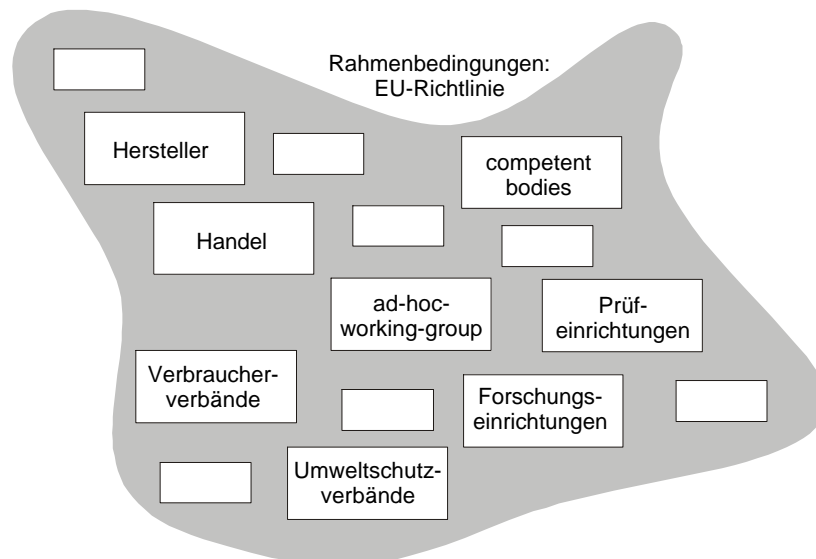
## 5. Verfahren

### 5.1 Beteiligte am Umweltzeichen

#### 5.1.1 EU-Kommission EOU und competent bodies

Die EU-Kommission erläßt die notwendigen Richtlinien zur Vergabe des Umweltzeichens. Sie ernennt auch die jeweiligen zuständigen Stellen ("competent bodies") in den einzelnen Mitgliedsstaaten. In der Bundesrepublik Deutschland sind dies das Umweltbundesamt und der RAL (Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung). An diese Stellen werden nach der entsprechenden Vorarbeit Mandate zur Entwicklung der Vergabekriterien vergeben. Weiterhin werden sämtliche administrativen Aufgaben im Zusammenhang mit dem eigentlichen Vergabeverfahren durch die entsprechenden EU-Stellen abgewickelt. Der genaue Ablauf der Entwicklung des Vergabeverfahrens findet sich in [UBA 1996]. Die Einrichtung der Produktgruppen-Foren ist Teil der Umsetzung dieser Mandate.

#### 5.1.2 Produktgruppen-Forum



**Abbildung 26: Beteiligte am Produktgruppen-Forum.**

Ein Produktgruppen-Forum wird für jede gewünschte Produktgruppe eingerichtet und hat verschiedene Aufgaben. Im einzelnen sind dies:

- Definition der Produktgruppe (Definition der Merkmale der Produktgruppe)
- Einordnung der Produktgruppe in den Kontext der EPIC-Gliederung
- Definition des generischen Bauprodukts
- Erstellung der Problemliste

- Erstellung von für die Vergabe relevanten und abgelehnten Kriterien unter Nutzung der Problemliste
- Definition der Vergabekriterien

Dieses Forum besteht in Anlehnung an [EWG 1997] aus allen betroffenen Kreisen, die zu der betrachteten Produktgruppe gehören. Es ist das gesellschaftspolitische Forum, in dem alle für die Vergabe eines Umweltzeichens relevanten Fragen diskutiert werden und in der möglichst ein Konsens gefunden werden soll.

Nationale Interessengemeinschaften (Verbände) haben die Möglichkeit im Produktgruppen-Forum über ihre europäischen Dachverbände hinaus auch selbst Stellung zu nehmen.

Wird eine ad-hoc-working-group durch die EOU bzw. EU-Kommission eingerichtet, so ist sie unabdingbar Mitglied des Produktgruppen-Forums. Diese Gruppe hat durch diese formale Anbindung an die EOU bzw. EU-Kommission eine besondere Stellung im Forum. Sie legt den ausgearbeiteten Vorschlag für die Vergabekriterien der EOU vor.

### 5.1.3 Beantragende des Umweltzeichens

Hersteller und Importeur sowie Einzelhändler, die Produkte unter eigenem Markennamen auf den Markt bringen können einen Antrag auf Vergabe eines Zeichens stellen. Sofern keine Produktgruppe und damit auch keine Kriterien existieren, wird diese Produktgruppe gebildet. Dabei kann der Beantragende nach der Antragstellung ein Forum gründen, wenn bisher noch kein Forum eingerichtet wurde. Diese Forum kann die Kennzeichnung tragen: "Die Einsetzung eines Produktgruppen-Forums wurde beim UBA beantragt. Das Forum arbeitet auf eigenem Antrieb nach den Regel zur Vergabe des europäischen Umweltzeichens für Bauprodukte." In diesem Forum müssen auch konkurrierende Anbieter zugelassen werden.

## 5.2 Interaktion EOU und Produktgruppen-Forum

Das in Abbildung 27 gezeigte Schema versucht die tatsächlich ablaufende Umweltdebatte zu modellieren und in ihrem Ablauf zu unterstützen.

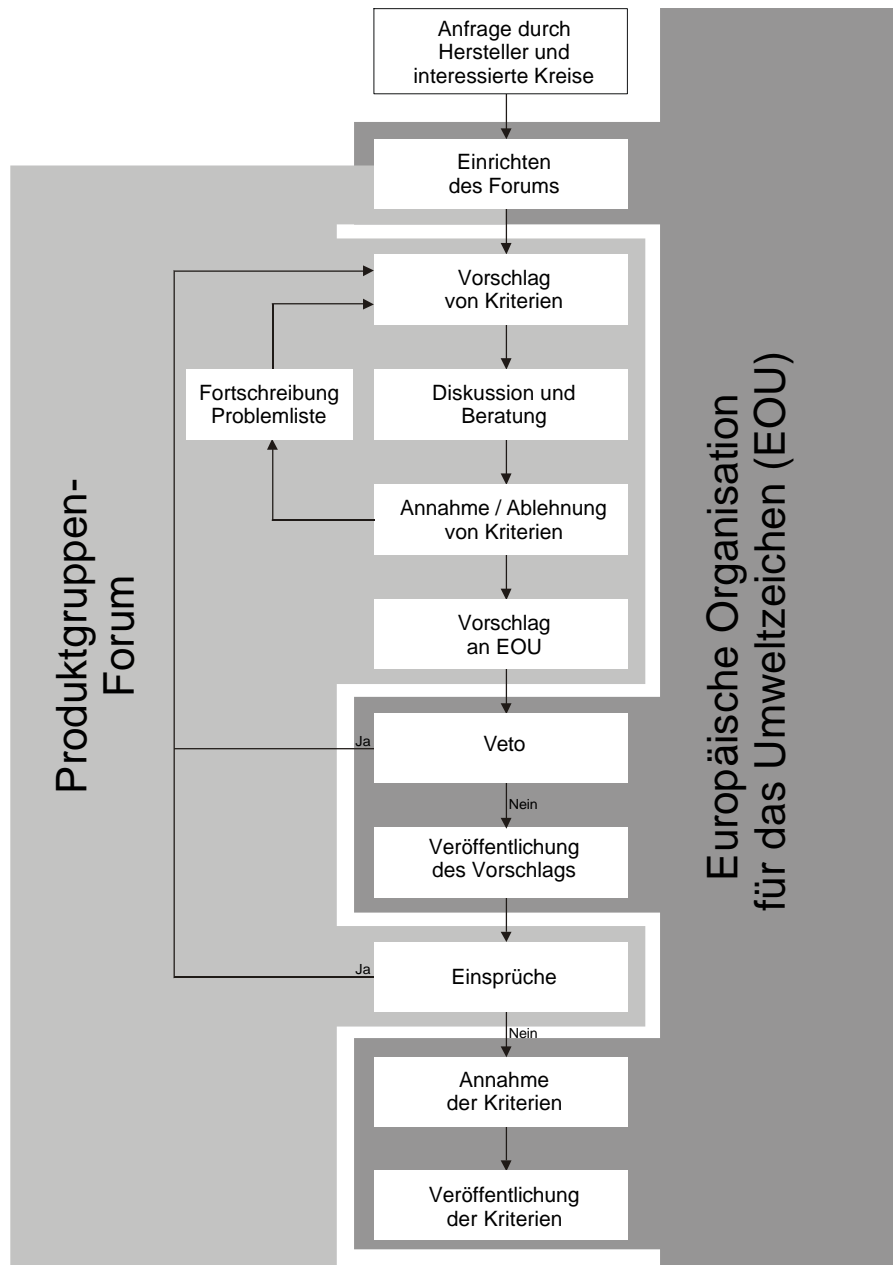
Die Kriterienentwicklung erfolgt über zwei unterschiedliche Wege. Zum einen werden technisch-wissenschaftliche und fachlich-inhaltliche Fragen über die Aktivitäten des Produktgruppen-Forums geklärt, zum anderen erfolgt die administrative und rechtlich verbindliche Abwicklung durch die Arbeit der EOU. In beiden Fällen sind Interaktionen nötig, um die Standpunkte und Interessen der beteiligten Kreise zu berücksichtigen bzw. einzubringen.

Dargestellt ist der formale Ablauf der Kriterienentwicklung. Durch die unterschiedlichen Schattierungen werden die beiden Akteure abgegrenzt und die Interaktion der Akteure hervorgehoben. Interaktionen gibt es bei der Einrichtung des Forums. Darin enthalten ist möglicherweise bereits eine erste Vorgabe von Kriterien zur Diskussion.

Die weiteren Interaktionen sind die Übergabe des Kriterienvorschlags an die EOU, die Veröffentlichung des Vorschlags und die Behandlung der Einsprüche. Der Vorteil dieser Interaktionen liegt in der Trennung in ein selbständig arbeitendes Forum und die davon relativ unabhängige Administration. Durch diese Trennung lassen sich Verfahrensabläufe beschleunigen und ein paralleles Arbeiten zu möglichst vielen Produktgruppen erreichen.

Bei der Einrichtung dieses Forums ist darauf zu achten, daß die gleichzeitige Einrichtung sehr vieler dieser Foren einige Betroffene überfordern könnte. Verbände und Organisationen, die nicht mit ausreichend Ressourcen für die intensive Bearbeitung mehrerer Produktgruppen ausgerüstet sind, können unter Umständen diese Arbeit nicht durchführen. Die Etablierung sehr vieler neuer Produktgruppen kann daher bewirken, daß die Arbeit an der Schaffung von Umweltzeichen für neue Produktgruppen eher langsamer vorangeht, als wenn mit Bedacht die neuen Produktgruppen zur Bearbeitung freigegeben werden.

Dieser Widerspruch zwischen der Notwendigkeit, möglichst viele Produktgruppen-Foren einzurichten und der Gefahr der Überlastung beteiligter Gruppen läßt sich auch durch den Einsatz neuer Kommunikations-Technologien nur bedingt auflösen. Die Aufgabe der EOU liegt hier in der Moderation dieses Widerspruchs.



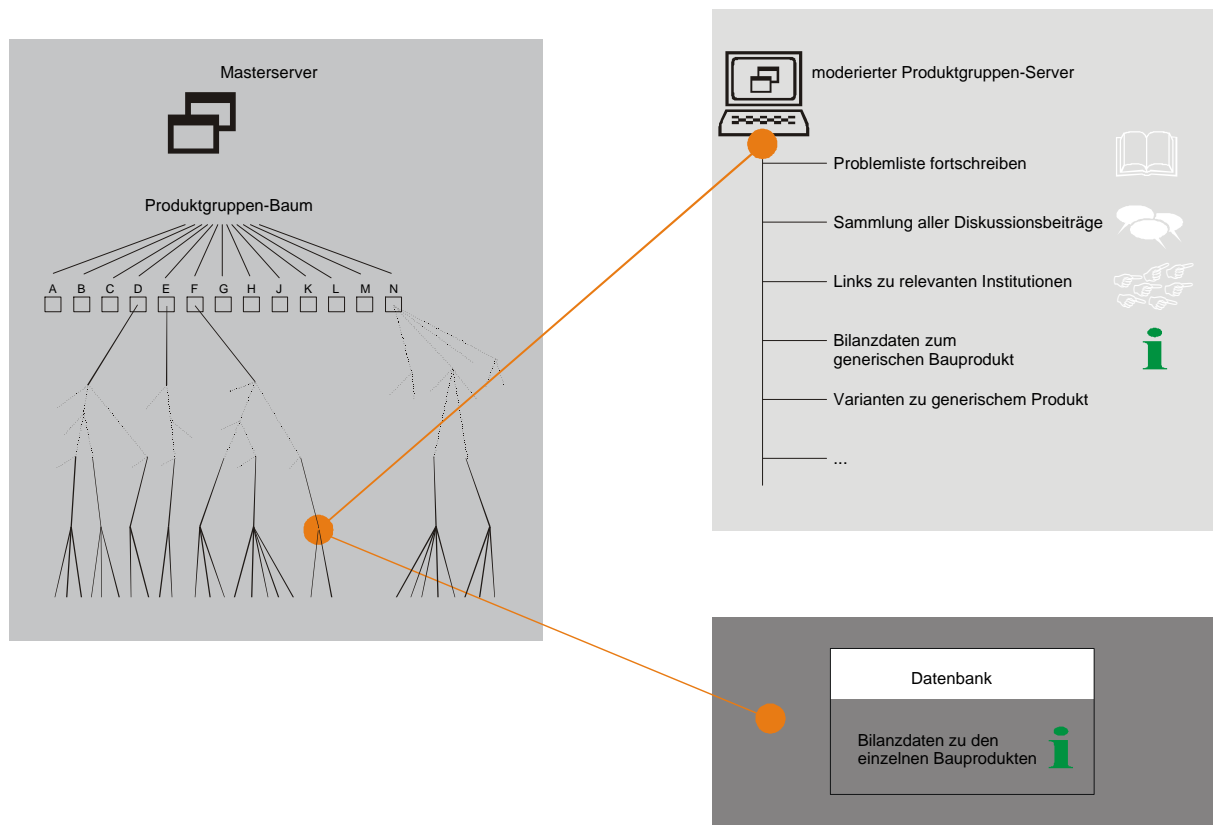
**Abbildung 27: Interaktion EOU und Produktgruppen-Forum.**

### 5.3 Einrichtung eines Produktgruppen-Forums

Erster Schritt auf dem Weg zur Vergabe eines Umweltzeichens ist die Einrichtung eines Produktgruppen-Forums. Sie erfolgt in Abstimmung mit dem competent body, z.B. in Deutschland mit dem Umweltbundesamt (UBA). Mit ihm wird die Reichweite der Gruppe verabredet.

Das Forum wird beim competent body durch einen Moderator angemeldet, der bereit ist, einen Produktgruppen-Server zu betreuen und von Zeit zu Zeit offene Produktgruppen-

Seminare anzubieten. Dieser Produktgruppen-Server wird in einen Masterserver eingebunden oder zumindest existiert eine Verknüpfung (Link) zwischen den beiden Servern.



**Abbildung 28: Masterserver und Produktgruppen-Server.**

Der Masterserver, der die Gliederungsstruktur (wie vorgeschlagen nach EPIC) bereitstellt, wird von einer unabhängigen Stelle administriert. Diese Stelle kann der competent body sein, es ist auch möglich eine entsprechende Stelle zu schaffen. In Abbildung 28 ist diese Verknüpfung zwischen Produktgruppen-Server und Masterserver dargestellt.

Auf dem Masterserver befindet sich der Produktgruppenbaum, von dem aus zu den einzelnen Produktgruppen-Servern verzweigt werden kann. Der Masterserver enthält auch die verfügbaren Sachbilanzmodule zu den generischen Produkten in einer Datenbank. Auf dem Produktgruppen-Server können zusätzlich Varianten angeboten werden, die im Forum erarbeitet wurden. Mittels dieser verteilten Struktur ist es möglich die notwendigen Geheimhaltungsaspekte auf eine Stelle zu konzentrieren, nämlich die Stelle die den Masterserver betreut.

Eine moderierende Institution kann beliebig viele Produktgruppen-Foren betreuen. Die Betreuung kann in Abstimmung mit dem competent body auf andere Moderatoren übertragen werden, bzw. können andere Moderatoren mit der Betreuung vom competent body beauftragt werden. Der ehemalige Moderator übergibt dann den Produktgruppen-Teilbaum funktionsfähig an den neuen Moderator.

An der Teilnahme interessierte Gruppen sind berechtigt, die Einrichtung eines (evtl. auch mehrerer) Links auf dem Produktgruppen-Server zu verlangen, der zu einem eigenen Server führt. Die moderierende Institution kann den Link verweigern bzw. entfernen, wenn offensichtlich kein Bezug zum Thema vorhanden ist. Beschwerde durch die interessierten Teilnehmer beim competent body ist möglich. Die Dauer des Links beträgt ein Jahr und muß dann erneut erbeten werden.

Einzelpersonen können ebenso wie Gruppen die Links nach Aushändigung eines Paßworts selbst eingeben. Sie müssen dazu Kontaktdaten und eine Zustimmung zu den Spielregeln

bei der moderierenden Institution hinterlegen. Der hinter dem Link liegende "eigene" Server der Interessenten muß die Produktgruppe behandeln.

## 5.4 Gestaltung der Internet-Site

Der zweite Schritte wäre die Gestaltung der Internet-Site des Produktgruppen-Servers nach den Rahmenvorgaben des competent body.

Die Internet-Site könnte enthalten:

- die Homepage der Produktgruppe nach einem festgelegten Standard
- den Technologiebaum der Produktgruppe (soweit schon verfügbar)
- das Deklarationsraster der Produktgruppe (wenn noch nicht vorhanden, dann das allgemeine Deklarationsraster)
- die Problemliste zur Produktgruppe, strukturiert nach Lebensphasen (als Vorgabe gemäß dem Stand der Diskussion, zur jederzeitigen Erweiterung offen)
- die Kriterienliste der Produktgruppe (jeweils als "berücksichtigt" oder "nicht berücksichtigt")
  - ♦ allgemeine Wirkungskategorien und deren Indikatoren
  - ♦ produktgruppenspezifische Kategorien und deren Indikatoren
- den Stand der Produktgruppendiskussion mit Hauptmeinung und abweichender Meinung
- den Stand der Wissenschaft nach Meinung der betreuenden Institution
- die Sachbilanz des generischen Produkts mit Links auf die Vorstufen und nachgelagerten Prozesse auf dem Masterserver und auf evtl. Alternativen dazu.

## 5.5 Zusammenstellung der generischen Information

Der dritte Schritt wäre der Start der Forumsarbeit mit öffentlicher Ankündigung und einer ersten Zusammenstellung gemäß Abschnitt 5.4.

1. Start aus dem Nichts und Sammlung bzw. Veröffentlichung der eingehenden Beiträge.
2. Veröffentlichung einer Vorgabe als Heimvorteil der betreuenden Institution.

## 5.6 Kennzeichenvergabe

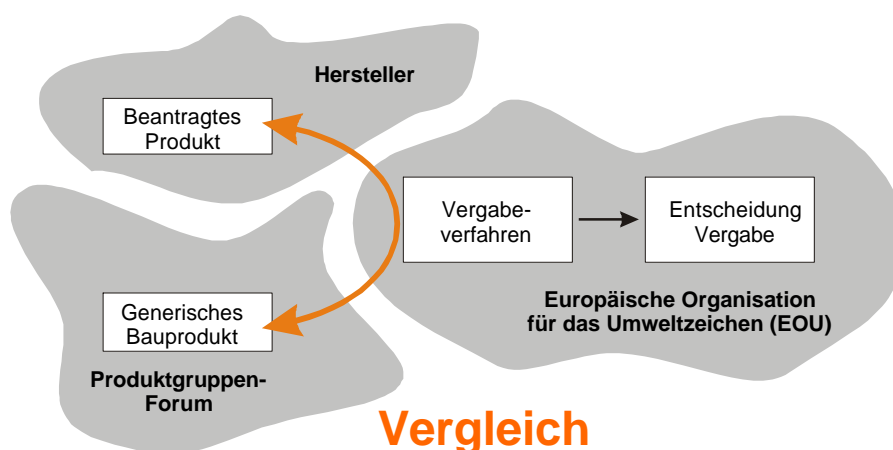
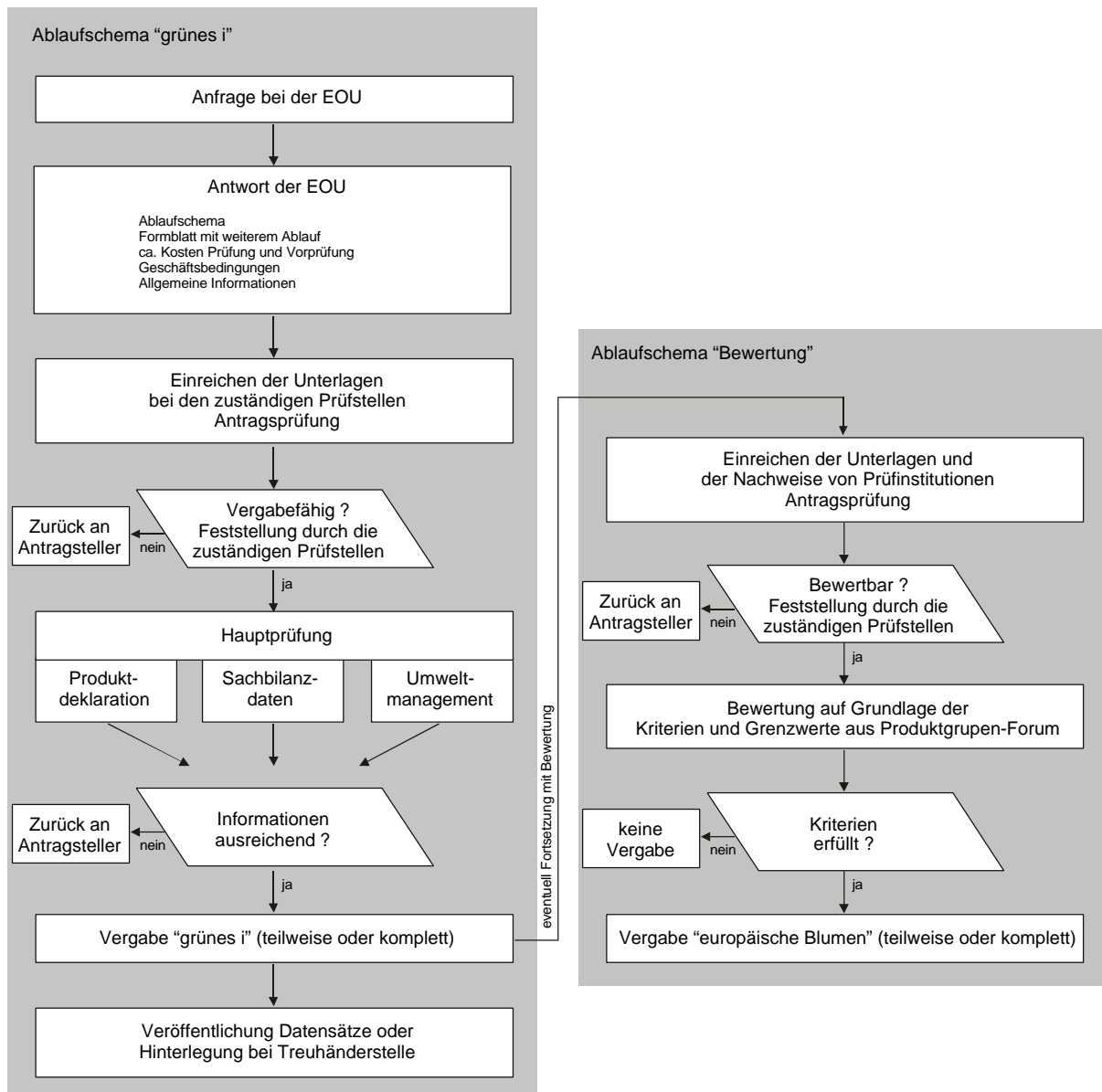


Abbildung 29: Interaktion im Vergabeverfahren.

Durch den Vergleich der am konkreten Produkt ermittelten Werte der Kriterien mit den Standardwerten des generischen Bauprodukts lässt sich die Entscheidung fällen, ob das Zeichen für das Produkt vergeben werden kann oder nicht. Abbildung 29 zeigt die Interaktion im Vergabeverfahren, Abbildung 30 zeigt das Ablaufschema der Vergabe.

Für das Vergabeverfahren existieren bei den beteiligten Gruppen, wie beispielsweise dem Baustoffhandel bereits umfangreiche Vorstellungen darüber, wie Vergabeverfahren durchgeführt werden sollten. Diese Vorarbeiten lassen für das hier vorgeschlagene Vergabeverfahren nutzen.



**Abbildung 30: Ablaufschema Vergabeverfahren.**



## 6. Beispiele

### 1.1 Vergleich auf Planungsebene: Dämmstoffe

Das nachfolgende Beispiel ist auf der Planungsebene angesiedelt, also weit vor der Auswahl konkreter Handelsprodukte. Auf dieser Ebene wollen sich Planende zunächst einen Überblick über die ökologischen Vor- und Nachteile der verfügbaren Bauproduktgruppen aus der Produktfamilie der Dämmstoffe schaffen. Es geht also darum, die in der Familie der Dämmstoffe befindlichen Produktgruppen auf einheitlicher Grundlage zu vergleichen und zu bewerten. Die nachfolgende Darstellung dient gleichzeitig zur Verdeutlichung, wie in den Produktgruppen-Foren vorgegangen werden könnte, um vergleichsfähige Planungsdaten zu generieren. Nach der Entscheidung für eine Produktgruppe erfolgt dann später auf der nachfolgenden Realisierungsebene die Auswahl eines konkreten Handelsproduktes. Erst hier käme ein Umweltzeichen zum Zuge. Auf der Planungsebene hingegen werden mittlere (generische) Daten verwendet.

Der im folgenden dargestellte Vergleich von Dämmstoff-Produktgruppen basiert auf dem aktuellen Stand der Diskussion um Dämmstoffe. Eine Einschränkung im Hinblick auf das bisher dargestellte Konzept zum Umweltzeichen muß allerdings gemacht werden: Es gibt bisher keine veröffentlichten Ökobilanzen zu allen wichtigen Dämmstoff-Produktgruppen, jedoch eine große Zahl von anwendungsorientierten Vergleichen dieser wachsenden Produktfamilie, die in Verbraucherzeitschriften, wie beispielsweise Öko-Test, natur oder Gesünder Wohnen veröffentlicht wurden. Deshalb können für den Vergleich von Produktgruppen aus der Dämmstoff-Familie keine generischen Daten herangezogen werden, die auf Ökobilanzen beruhen.

Für das hier dargestellte Vorgehen mußte eine andere Vergleichsgrundlage gewählt werden. Anstelle der Ökobilanz, werden kumulierte Energieaufwendungen (KEA) betrachtet. Der kumulierte Energieaufwand steht hier stellvertretend für die Energiebilanzierung der Ökobilanz. Weitere Kriterien werden aus einer am Lebenszyklus der Dämmstoffe orientierten Tabelle entnommen. (Im Zuge der Arbeiten eines Produktgruppenforums zur Vergabe von Umwelt-Kennzeichen würden die kumulierten Energieaufwendungen und die hier verwendeten Kriterien durch die Ökobilanz und die dann im Forum bzw. von der Organisation zur Kennzeichenvergabe festgelegten Vergabekriterien ersetzt.)

Außerdem wird eine Hilfskonstruktion für das funktionale Äquivalent verwendet: Es wird ein Wärmedurchgangskoeffizient  $U=0.4 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$  angenommen, um daraus mit Hilfe von mittlerer Wärmeleitfähigkeit und mittlerer Dämmstärke der einzelnen Dämmstoff-Produktgruppen die für Vergleiche notwendigen Materialmengen in den einzelnen Produktgruppen berechnen zu können.

Systematisch ist dieser Vergleich der Dämmstoffe in der Monographie des Instituts für Wärmeschutz München realisiert, in dem die unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten der Dämmstoffe auf einen normierten Wärmestrom pro  $\text{m}^2$  und K einer Standard-Konstruktion bezogen sind. [Wärmeschutz 1997]. Dadurch werden die Kriterien "Primärenergieaufwand", "energetische Amortisation" und "Kosten" unterschiedlich leistungsfähiger Materialien vergleichbar.

Allerdings muß die zentrale technische Funktion "geringe Wärmeleitfähigkeit" noch um die Nebenfunktionen "Wärmespeicherfähigkeit" und "Feuchtediffusion" ergänzt werden, die sich in den Parametern "Phasenverschiebung" und "Amplitudendämpfung" sowie "Feuchtepufferung" niederschlagen. Jedoch können auch diese Dämmstoffcharakteristika durch Bezug auf gleiche U-Werte trotz unterschiedlichen Dämmstärken miteinander verglichen werden. Weniger geeignet ist die Normierung des "bewerteten Schalldämmmaßes", das stärker von der Wandkonstruktion abhängt und der Masse der Dämmstoffe, als von der Dicke insbesondere der leichten Dämmstoffe.

### 6.1.1 Überblick über Dämmstoff-Produktgruppen

Bauelemente wie z.B. Außenwände müssen neben der Standsicherheit auch die entsprechenden Anforderungen an Wärme-, Schall- und Brandschutz erfüllen:

- Wärmeschutz: Die Bemessung nach der 3. Wärmeschutzverordnung begrenzt maximal zulässigen Jahresheizwärmebedarf eines Bauwerks bzw. Jahrestransmissionswärmebedarf bei Bauwerken mit niedrigen Innentemperaturen ( $<19^{\circ}\text{C}$ ). Ausnahme: maximal zulässige (ehemals) k- heute U-Werte nach dem Bauteilverfahren bei Wohngebäuden mit bis zu zwei Vollgeschossen und maximal drei Wohneinheiten sowie bei baulichen Veränderungen bestehender Bauwerke.
- Schallschutz: DIN 4109 Schallschutz im Hochbau: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen. Diese sind abhängig von dem maßgeblichen Außenlärmpegel in  $\text{db(A)}$ , dem das Bauwerk ausgesetzt ist und der Art des Bauwerks. D.h. die erforderliche Schalldämmung von Bauteilen hängt von der Bauwerksart und den Rahmenbedingungen ab.
- Brandschutz: Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen von Außenwänden sind in den Landesbauordnungen und ergänzenden Verordnungen festgelegt. Ab Hochhausgrenze werden nach den Hochhausverordnungen der Bundesländer nicht brennbare Baustoffe gefordert. Die Anforderungen an den Brandschutz von Bauteilen können in Abhängigkeit von Bauwerksart und Rahmenbedingungen sehr vielfältig sein.

Dämmprodukte für Außenwände dienen in erster Linie zur Wärmedämmung. Außenwand-Dämmprodukte können je nach Wandaufbau in dafür vorgesehene Räume eingebracht werden (Füllung) oder sie können auf der Oberfläche aufgebracht werden (Bedeckung).

Die geringe Wärmeleitung der Dämmprodukte wird durch möglichst viele kleinvolumige (meist luftgefüllte) Kavitäten erzielt, die sich in selbst möglichst wenig wärmeleitfähigen Materialien befinden bzw. die durch die Abstände der Materialien gebildet werden. Die Vielfalt der technisch möglichen Lösungen ist hoch. Entsprechend groß ist das Angebot an Dämmstoffen aus unterschiedlichen Materialien und hergestellt mit den unterschiedlichsten Methoden. Dämmstoffe müssen u.a. eine mechanische Grundfestigkeit haben, über die Lebensdauer formstabil bleiben, den Brandschutzanforderungen genügen, witterungsbeständig und schädlingsresistent sein. Zur Eigenschaftserzielung werden deshalb je nach Art des Dämmprodukts eine Reihe von Zusatzstoffen verwendet, die ökologisch mit zu bewerten sind.

Bei der Beschreibung der Zusammensetzung der Dämmprodukte wird unterschieden in<sup>26</sup>:

- Hauptbestandteile:  
Kunststoffe, Mineralstoffe, NWR (auf Basis Nachwachsender Rohstoffe),

---

<sup>26</sup> Die DIN unterscheidet zwei Gruppen von Dämmstoffen, die sich durch die Form des Materials unterscheiden: DIN 18164 Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen, DIN 18165 Faserdämmstoffe für das Bauwesen

Die Hauptbestandteile kommen zum Einsatz als Fasern, Schäume, Flocken, Granulate

- Zusatzstoffe  
Flammschutzmittel, Fraßschutzmittel, andere Chemikalien
- Produktionsrückstände / Verunreinigungen

Dämmprodukte werden in verschiedenen Formen hergestellt als Platten, Matten oder Schüttungen.

Neben den "klassischen" Dämmstoffen (Mineralwolle, Polystyrol, PUR usw.) finden sich seit etwa 1993 vermehrt sogenannte "neue Dämmstoffe" im Angebot von Dämmstoff-Herstellern [Albrecht, 1997] (Tabelle 28). Dabei handelt es sich um Dämmstoffe aus Naturfasern, d.h. aus nachwachsenden Rohstoffen und aus Papierrecycling. Diese Einteilung ist unter den hier herangezogenen funktionalen und ökologischen Gesichtspunkten nicht weiter zielführend.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Mineralwolle	8550	8800	9450	10500	12500	13900	15650	17250	18600	18980	20670
EPS-Hartschaum	4925	4928	5050	5162	6131	6405	7354	8773	9071	9100	9610
PUR-Hartschaum	753	813	854	888	977	1022	1134	1253	1291	1365	1481
Polystyrol-XPS	443	455	501	538	591	688	766	890	957	985	1056
Leichtbauplatten	252	233	247	265	277	295	307	366	343	310	280
abzgl. EPS in Leichtbauplatten	-110	-132	-141	-148	-153	-177	-185	-203	-193		k.A.
Neue Dämmstoffe	-	-	-	-	-	-	1317	1491	1583	1275	1378
<b>Summe</b>	<b>14813</b>	<b>15097</b>	<b>15961</b>	<b>17205</b>	<b>20323</b>	<b>22133</b>	<b>26343</b>	<b>29820</b>	<b>31652</b>	<b>32015</b>	<b>34475</b>

**Tabelle 28: Entwicklung und Struktur des Dämmstoffabsatzes in 1000 m<sup>3</sup> [Eicke 1998], eigene Ergänzungen für 1997.**

In Tabelle 29 sind die Marktanteile der "neuen Dämmstoffe" (Marktumfang rund 30 Mio. m<sup>3</sup>) dargestellt und die geschätzten Marktanteile bei einer zu erwarteten Ausweitung des Marktes [Eicke 1998] auf 60 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr ohne Berücksichtigung der preislichen Konkurrenz.

Dämmstoff	Marktanteil heute bei 30 Mio. m <sup>3</sup> Dämmstoff pro Jahr	Marktanteil bei 60 Mio. m <sup>3</sup> Dämmstoff pro Jahr
Flachs / Hanf	< 0,5%	1,0 - 5,0%
Zellulose	< 2,0 - 3,0%	< 5,0%
Baumwolle	< 0,5%	< 1,0%
Schafwolle	< 0,5%	< 1,0%
Restholz	< 0,1%	< 0,5%
Schilf, Stroh, Kokos etc.	< 0,1%	< 0,1%
<b>Summe</b>	<b>5%</b>	<b>9 - 13%</b>

**Tabelle 29: Marktanteil der "neuen Dämmstoffe" (heutiger und geschätzter zukünftiger Gesamtmarkt) [Eicke 1998].**

Neu entwickelte Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen könnten aufgrund verbesserter Eigenschaften und damit erweiterten Anwendungsmöglichkeiten zu einem

erhöhten Marktanteil der neuen Dämmstoffe führen. Insgesamt sind bei den nachwachsenden Rohstoffen Flachs, Hanf und Zellulose die aussichtsreichsten Stoffe. Wärmedämmverbundsysteme werden zur Zeit nur auf Basis von Holzweichfasern aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt.

Zur Erstellung der Produktgruppen und der generischen Produkte ist die Beachtung existierender Dämmstoffklassifizierungen notwendig, um Produktgruppen auswählen zu können, die für das jeweilige Bauelement, z.B. eine Außenwand, geeignet sind.

#### 6.1.1.1 Dämmstoff-Produktgruppen und Produktdeklaration

Eine geläufige Einteilung der Dämmstoffe ist die nach Wärmeleitfähigkeitsgruppen (WLG) mit der Dämmstoffe mit gleicher Wärmeleitfähigkeit zusammengefaßt werden<sup>27</sup>. Nach den Brandschutzeigenschaften wird die Brandklasse vergeben.

Schließlich gibt es noch die Klassifizierung der Wärmedämmstoffe nach Anwendungstypen. Die möglichen Typen sind in Tabelle 30 wiedergegeben.

Kurzzeichen	Verwendung	Bauteil
W	Wärmedämmstoffe, nicht druckbelastbar,	z.B. für Wände und Decken und durchlüftete Dächer
WL	Wärmedämmstoffe, nicht druckbelastbar (größere Abweichungen v. d. Nenndicke gegenüber W zul.)	z.B. zwischen Sparren und Balkenlagen
WD	Wärmedämmstoffe, auch druckbelastbar	z.B. in Wände und durchlüfteten Dächern, unter druckverteilten Böden und in Warmdächern unter der Dachhaut
WV bzw. WV-s	Wärmedämmstoffe mit Beanspruchung auf Abreiß- oder Scherfestigkeit, Angabe der dyn. Steifigkeit ist anzugeben	z.B. für angesetzte Vorsatzschalen o. Unterkonstruktion, bzw. auch für schalldämmende Vorsatzschalen
WV	Wärmedämmstoffe, beanspruchbar auf Abreißfestigkeit (Querzugfestigkeit)	z.B. für Fassaden mit mineralischem Putz
T, TK	Trittschalldämmstoffe Bzw. mit geringer Zusammendrückbarkeit	z.B. unter schwimmenden Estrichen z.B. unter Fertigteilestrichen
WB	Wärmedämmstoffe, beanspruchbar auf Biegung	z.B. zur Bekleidung von windbelastetem Fachwerk und Ständerkonstruktionen
WDS	Wärmedämmstoffe, auch druckbelastet	z.B. unter Parkdecks für PKW
WDH	Wärmedämmstoffe mit erhöhter Druckbelastbarkeit	z.B. unter Parkdecks für LKW

**Tabelle 30: Anwendungstypen für Wärmedämmstoffe an Wänden und Fassaden [Scholz 1999]**

Tabelle 31 zeigt einen Überblick über die am Markt befindlichen Dämmstoff-Produktgruppen.

<sup>27</sup> Ein Dämmstoff der WLG 035 hat einen rechnerischen Wärmeleitwert von 0,035 W/(m K). Der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit unterscheidet sich vom Meßwert der Leitfähigkeit durch einen Zuschlag, der die Einsatzbedingungen des Stoffes im genutzten Bauteil berücksichtigt.

Dämmstoff, Hauptbestandteil	Roh- dichte kg/m <sup>3</sup>	WLG W/(m K)	μ-Wert	Primär- energieinhalt kWh/m <sup>3</sup>	Anwendung	Brand klasse
Steinwolle	30-200	0,035-0,04	1	100-700	W, WD, WS, WL, WV, T,	A
Glaswolle	15-150	0,035-0,04	1	100-700	W, WD, WS, WL, WV, T,	A
Schaumglas	100-150	0,045-0,055	dicht	320-751	W, WD, WDS, WDH, T, TK	A
Bläherperlite	70-210	0,05	1-4	160, 210-235	Schüttung W	A
Vermiculite	-	0,07	10	150	Schüttung	A1
Polystyrol, expandiert EPS	15-30	0,035-0,04	20/100	150-500	W, WD, WS, T, TK	B1
Extrudiertes Polystyrol XPS	25-60	0,03-0,04	80/250	285-684 <sup>28</sup>	W, WD, WS	B1
Melaminhartschaum	11	0,035	-	-	-	B1
Polyesterfaser-Klemmblocke	-	0,04	1-3	40-160	W	B1
Holzwohle-Leichtbauplatte	360-570	0,09-0,15	2/5	35-95	W, WD, WS, WV, WB	B1
Calciumsilikatplatten	240-290	0,08-0,09	5/20	-	W, WD, WDS	B1
Polyurethan-Hartschaum PU	30-40	0,025-0,035	30/100	837-1330	W, WD, WS, T, TK	B1/B2
Zelluloseflocken / -matten	35-80	0,04-0,045	1-2	60	Schüttung W, WL	B1/B2
Korkplatten / -schrot	80-200	0,045-0,05	5/10	360-440 270-380	W, WD, WS	B2
Baumwolle	20-60	0,04	1-2	200	W, WL	B2
Flachs-Fasern	20-100	0,04	1	-	W, WL	B2
Hanf-Fasern	20-100?	0,045	1-2	-	W, WL	B2
Hanf-Schäben	70-110	0,064-0,07	1-2	-	Schüttung	B2
Holzfaserdämmplatten	140-270	0,040-0,06	2/5 5/10	800-1150 kWh/m <sup>2</sup>	W, WL	B2
Holzwohle, lose	-	0,055-0,09	2/5	50-167	Schüttung W	B2 <sup>29</sup>
Schafwolle	20-80	0,04	1-3	20-35	W, WL	B2
Kokosmatten	125	0,045	1	365-405	W, WL	B2/B3
Schilf	225	0,05-0,06	1	150	W	B2/B3 <sup>30</sup>

[Eicke 1998], [FAL 1999], [Albrecht 1997] und eigene Ergänzungen

**Tabelle 31: Wesentliche Dämmstoff-Produktgruppen.**

<sup>28</sup> bei 30 kg/m<sup>3</sup> 400 kWh.

<sup>29</sup> Müßte allseitig feuerhemmend bekleidet werden, um "B1"-Qualität zu haben.

<sup>30</sup> Siehe Fußnote 29.

Dämmstoff-Produktgruppe	Wärme-speicherung <sup>31</sup>	Phasenver-schiebung <sup>32</sup>	spez. Wärme-kapazität <sup>33</sup>	Feuchte-regulierung <sup>434</sup>
	[Wh/m <sup>3</sup> K]	ca. [h] <sup>35</sup> d=18cm; (kg/m <sup>3</sup> )	[J/kgK]	
Baumwolle	4	4 (20)	# 1800	Gut
Perlite	20-135	8 (200)	1000	Unbehandelt - gut
Flachs	7-14	3 (20)	# 1550	Gut
Hanf	k.A., evt. wie Flachs	3 (20)	wie Flachs ?	Gut
Holzweichfaser	92-145	11 (170)	2100	sehr gut
Kork, lose; (Backkork)	30-32 (43-270)	11(250)	ca. (1600)	gut
Schafwolle	10-12	4 (20)	1720	sehr gut
Schaumglas	30-42	6 (110)	840	dampfdicht <sup>36</sup>
Zellulose, lose	19-32	6-7 (60, 75)	1940	sehr gut
Zelluloseplatten	38-54	7-8 (70, 100)	1944	sehr gut
Mineralfaser	3-18	3-5 (20, 80)	800	keine
Polystyrol	6-16	4 (20)	1380	keine
Polyurethan	12	6 (30)	1380	keine

**Tabelle 32: Wärmetechnische Daten und Feuchtereulierungsfähigkeit von Dämmstoff-Produktgruppen**

Zur Erstellung einer spezifischen Produktgruppen-Deklaration können nun die Beschreibungen und Festlegungen der bauaufsichtlichen Zulassung und der Prüfprogramme herangezogen werden, die in Tabelle 33 wiedergegeben sind.

#### Voraussetzungen zur bauaufsichtlichen Zulassung von Dämmstoffen

- Beschreibung des Anwendungsbereichs im Bauwerk und des Anwendungstyps bzw. der Anwendungstypen
- Bemessung des Wärmeschutzes im Bauwesen auf der Grundlage der Meßwerte im trockenen und im feuchten Zustand
  - ◆ Meßwerte der Wärmeleitfähigkeit
  - ◆ Zuschlagswerte der Wärmeleitfähigkeit
  - ◆ Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit
- Diffusionswiderstand ( $\mu$ -Wert) für den feuchtetechnischen Nachweis nach DIN 4108

<sup>31</sup> Energieagentur NRW: REN Impuls-Programm "Bau und Energie"; Dämmstoffe - ökologisch auswählen und schadensfrei einbauen.

<sup>32</sup> Phasenverschiebung eigene Berechnungen nach dem TAV (Temperatur-Amplitudenverhältnis), WLG 040 und 045; nur der Dämmstoff wurde betrachtet mit d=0,18m Durchmesser; häufig verwendete Rohdichten in Klammern.

<sup>33</sup> spez. Wärmekapazität: Angaben von ISOFLC (n. DIN oder DIBT), EA NRW oder Herstellern (#).

<sup>34</sup> Siehe Fußnote 31.

<sup>35</sup> abhängig von der spezifischen Wärmekapazität und der jeweiligen (Einbau)Rohdichte.

<sup>36</sup> Perimeterdämmung.

- Brandklasse nach DIN 4102  
Abtropfverhalten, Toxizität der Rauchgase, Entflammbarkeit, Feuerwiderstand
- Bestimmung der dynamischen Steifigkeit und des Strömungswiderstandes für die Schalldämmung
- Beurteilung der Dauerhaftigkeit
- Konstanz der Konzentration von Schutzstoffen in den Dämmmaterialien.
- Beurteilung von mindestens 3 Praxisobjekten, bei denen die Baustoffe mindestens 2 Jahre eingesetzt waren:
  - ◆ Setzungsverhalten
  - ◆ Feuchtegehalt
  - ◆ Wärmeleitfähigkeit
  - ◆ Brandverhalten nach DIN 4102
- Angaben zur Verarbeitung (z.B. trockener Einbau, nur horizontal, Kontrolle des Setzmaßes, etc.)
- Anforderungen an die Qualifikation des Verarbeiters
- Übereinstimmungsnachweis der werkseigenen Produktionskontrolle und der Fremdüberwachung

**Tabelle 33: Voraussetzungen zur bauaufsichtlichen Zulassung von Dämmstoffen.**

Für die bauaufsichtliche Zulassung müssen neue Produkte im Bauwesen ihre Verwendbarkeit nachweisen. Dazu müssen alle neuen Dämmstoffe ein Prüfprogramm durchlaufen, das sich an den bestehenden Normen für Dämmstoffe orientiert.

Prüfkriterium	Prüfverfahren
Nenndicken, Dicken unter Belastung Zusammendrückbarkeit	Prüfkraft 0,05 kN/m <sup>2</sup> DIN 18 165 T2; (für Typ WL; Einsatz bei belüfteten Dächern)
Druckfestigkeit	
Zugfestigkeit	DIN 18165
Abreißfestigkeit	DIN 52 274
Dimensionsstabilität unter Temperatureinwirkung	80°C ohne mechanische Belastung
Wärmeleitfähigkeitsuntersuchungen	5 Messungen in Abhängigkeit von der Rohdichte, im trockenen Zustand und bei verschiedenen Dicken
Ausgleichsfeuchte	bei 23°C / 80 % relativer Luftfeuchte nach DIN 52 620
Wärmeleitfähigkeitsuntersuchungen bei organisch basierten Dämmstoffen	3 Messungen bei Ausgleichsfeuchte
Schimmelpilzwidrigkeit	Untersuchung nach DIN EC 68 Teil 2-10
Schädlingsresistenz	Untersuchung der Abbaurate durch Motten, Teppichkäfer

**Tabelle 34: Bei allen Dämmstoffen zu absolvierendes Prüfraster.**

Darüber hinaus müssen ferner vor dem Hintergrund ökologisch orientierter Fragestellungen Informationen über Inhaltsstoffe und zum Verhalten unter Verarbeitungs- und Anwendungsbedingungen dokumentiert werden, um neben Sachbilanzinformationen auch weitergehende Angaben zur Deklaration von Umweltzeichenprodukten zu erhalten.

Bei Dämmstoffen, für die ein Umweltzeichen beantragt wird, müssen daraufhin weitere Produkteigenschaften geprüft werden (siehe Tabelle 35). Dabei geht es um die Prüfung der

deklarierten Inhaltsstoffe, um Toxizität sowie um Abbaubarkeit bzw. Recyclingfähigkeit, also um Risiken und Ressourcenschutz.

Prüfkriterium	Prüfverfahren
Prüfung der Deklaration von Inhaltsstoffen:	Anwenderfreundliche Informationen gemäß Produktdeklaration der jeweiligen Produktgruppe
Insektizide	GC / MS
Flammschutzmittel	Gravimetrisch
Bindemittelgehalt	
Toxizität:	
Zellverträglichkeitstest	DIN 38 412 - 12
Faserkonzentration	unter Verarbeitungsbedingungen
Langzeitbeständigkeit	Konzentrationsänderung der Schutzstoffe
	Alterungsbeständigkeit der Schutzstoffe
Abbaubarkeit	OECD-Screeningtest BSB / CSB
	TTC-Test DEV L3

**Tabelle 35: Weitergehende Prüfungen für "ökologisch orientierte Eigenschaften".**

Die definitive Erstellung von Produktgruppenderklarationen für die einzelnen Produktgruppen der Dämmstofffamilie wäre eine originäre Aufgabe der Produktgruppen-Foren.

## 6.1.2 Beurteilungskriterien und -indikatoren

Beurteilungskriterien für Dämmstoffe könnten entlang der Lebenslinie der unterschiedlichen Produkte in Anlehnung an verschiedene Beurteilungsraster wie dem Kaskadenmodell der Studie Nachhaltigkeit des BMBau [BMBau,1999], des Raab-Karcher Naturbaustoff-Siegels oder EN ISO 14042 und ISO 14047 formuliert werden.

Lebenswegphase	Kriterium	Indikator
Rohstoffbeschaffung  Vorstufen	Freisetzung von Massenschadstoffen	Treibhauspotential  Versauerungspotential Photooxidantienbildungspotential Ozonzerstörungspotential
	Einsatz problematischer Materialien  Ressourcenverbrauch	Düngemiteleininsatz Pestizideinsatz Ressourcenindex (Materialintensität)  Primärenergieverbrauch Luftverbrauch / Sauerstoffproduktion Wasserverbrauch Materialumsatz Koppelprodukte Knappheit, Regionalität

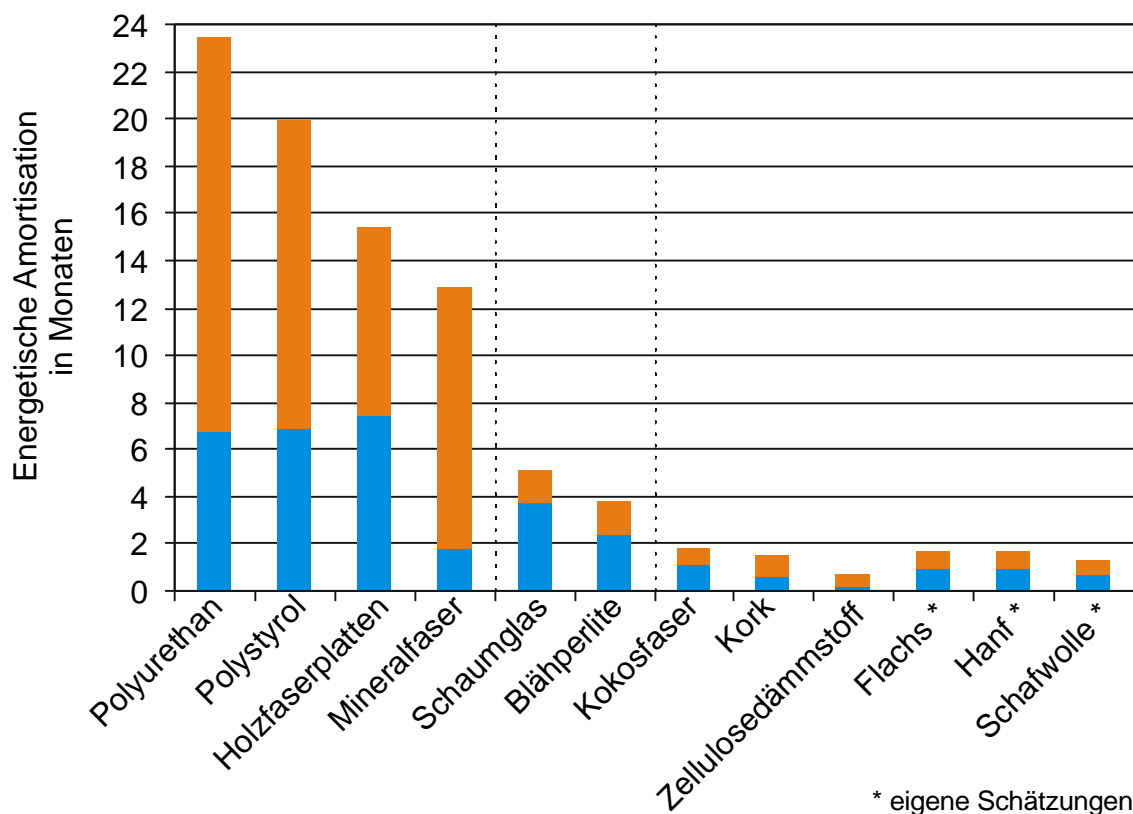


	Rohstoffbasis	Ressourcenbewirtschaftung  regenerativ  ökolog, konv  Flächenbelegung, Erträge  Biodiversität  endlich (Vorräte in [JaTo])  mineralisch  fossil organisch  rezyklierbar (Anzahl Zyklen)  Anteil an Sekundär- rohstoffen
	Abfallaufkommen	Sonderabfall-Entstehungspotential
	Entropieänderung	$\Delta S$
	Rohstoffkosten	DM/m <sup>2</sup> normierter Dämmstoffe
Herstellung	Freisetzung von Massenschadstoffen	s.o.
	Ressourcenverbrauch	Primärenergiverbrauch
	Gefahrstoffeinsatz	Gefahrstoff-Index
	Eingriffstiefe der Bearbeitung	Anzahl der Umwandlungsschritte
	Produktionskosten	DM/m <sup>2</sup> normierter Dämmstoffe
Verarbeitung	Einbauaufwand	Technikeinsatz
	Gesundheitsschutz	Faserfreisetzung
		Inhaltsstoffe  Halogenaromaten  Borsalze  Aluminiumsulfat  Schmälzmittel  Silikonöle  Aluminiumhydroxid
	Einbaukosten	DM/m <sup>2</sup> normierter Dämmstoffe
Gebrauch	Effizienz	Energetische Amortisation  Energieeinsparung
	Nutzungsdauer Dauerhaftigkeit	Lebensdauer in a
	Klimaschutz	CO <sub>2</sub> -Minderung
	Gesundheitsschutz	VOC-Emissionen / -Adsorption  Emission nach 30 Tagen unter 300 µg/m <sup>3</sup> für jeden Einzelstoff; nach 90 Tagen unter 200 µg/m <sup>3</sup> für die Gesamtheit

	Gebrauchstauglichkeit	Wärmeleitfähigkeit [W/m K] Wärmespeichervermögen [Wh/m <sup>3</sup> K] Amplitudendämpfung [%] Phasenverschiebung [h] Feuchtetoleranz [% Feuchte / W/m K]; Änderung der Wärmeleitfähigkeit in Abh. von der Feuchte
	Brandschutz	F-Klassifizierungen, Brandverhalten
	Instandhaltungskosten	DM/m <sup>2</sup> normierter Dämmstoffe
Nachnutzung	Eingliederung in geogene Kreisläufe	Kompostierbarkeit
	Rezyklierbarkeit	Verwertungsindex nachgewiesene Logistik
	Entsorgungskosten	DM/m <sup>2</sup> normierter Dämmstoffe.
Gesamter Lebensweg	Transportprozesse und mit ihnen verbundene Umweltauswirkungen	Indikatoren zum Rohstoffverbrauch u. zur Schadstofffreisetzung, Transportkilometer, s.o.

**Tabelle 36: Beurteilungskriterien für Dämmstoffe.**

Ein erster Anhaltspunkt zum Vergleich von Dämmstoffen aus verschiedenen Produktgruppen ist die energetische Amortisation (siehe Abbildung 31). Für die ökologischen Optimierungsbemühungen bei der Ausführung von Bauwerken ist dies ein wichtiges Kriterium. (Die Schwankungsbreite der Werte durch unterschiedliche Produktionsprozesse wird durch die andere Graustufe des oberen Teils des Balkens dargestellt).



**Abbildung 31: Energetische Amortisation von Dämmstoffen [Ranft 1996].**

Die energetische Amortisation von Zellulosedämmstoff ist deutlich niedriger als bei allen anderen untersuchten Produktgruppen.

- Die Freisetzung von Massenschadstoffen bei der Herstellung von Dämmstoffen führt unter anderem zur Bildung von Photooxidantien und Versauerungspotential. In Tabelle 37 sind Werte für diese Wirkungskategorien bezogen auf das Dämmvermögen angegeben.

	<b>Photooxidantien [g/m<sup>2</sup> K]</b>	<b>Versauerung [g/m<sup>2</sup> K]</b>
Schaumglas	4,2	120
Schilfplatte	1,8	20
EPS	19,8	10
Holzweichfaser	2	10
Perlite	1,9	8
Steinwolle	0,8	5
Glaswolle	1,6	4
Zellulose	0,2	2
Stroh	0,1	1

**Tabelle 37: Photooxidantienbildung und Versauerungspotential bei der Herstellung von Dämmstoffen.**

### 6.1.3 Bewertungsschlüssel zur Dämmstoffbewertung

Um aus der Palette der verfügbaren Bauproduktgruppen aus planersicher Sicht die günstigste auszuwählen, müssen weitere Kriterien herangezogen und verglichen werden.

Die im folgenden vorgenommene Bewertung ist als Testbeispiel zu verstehen. In diesem Testbeispiel treffen sich Planende zur Bewertung von Dämmstoffen durch eine Auswahl von Kriterien aus der Tabelle 36 und durch eine Punktzuzuordnung für jedes Kriterium. Bei einer anderen Zusammensetzung der Gruppe würden sicher weitere oder andere Kriterien verwendet und andere Gewichtungen vorgenommen. Insofern werden die nachfolgenden Tabellen als Beitrag zur laufenden Diskussion verstanden.

#### 6.1.3.1 Gewinnung

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>2</b>
<b>Rohstoffbasis / Knappheiten</b>	<b>Punktzahl</b>
mineralisch, große Knappheit	0
mineralisch, geringere Knappheit	1
nachwachsend, große Knappheit	2
mineralisch, keine Knappheit	3
nachwachsend, geringe Knappheit	4
nachwachsend, keine Knappheit	5

**Tabelle 38: Ressourcenbeanspruchung**

### 6.1.3.2 Herstellung

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>1</b>
<b>Primärenergiebedarf (kWh/U-Wert) Mittelwerte</b>	<b>Punktzahl</b>
> 100	0
70 - 100	1
50 - 70	2
30 - 50	3
10 - 30	4
< 10	5

**Tabelle 39: Primärenergiebedarf zur Herstellung**

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>2</b>
<b>Transportkilometer (km)</b>	<b>Punktzahl</b>
Über 3000 km	0
2000-3000	1
1000-2000	2
500-1000	3
200-500	4
0-200	5

**Tabelle 40: Vermeidung von Transportkilometern**

### 6.1.3.3 Nutzung

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>1</b>
<b>Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit</b>	<b>Punktzahl</b>
größer gleich 0,08	0
0,071 - 0,08	1
0,061 - 0,07	2
0,051 - 0,06	3
0,041 - 0,05	4
kleiner gleich 0,04	5

**Tabelle 41: Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit (Alternative 1).**

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>2</b>
<b>Dicke [cm] für U=0,4</b>	<b>Punktzahl</b>
über 35	0
27 - 34	1
20 - 26	2
14 - 19	3
9 - 13	4
5 - 8	5

**Tabelle 42: Materialintensität : (Wuppertal-Institut) (Alternative 2).**

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>3</b>
<b>Amortisation (Monate)</b>	<b>Punktzahl</b>
Über 16	0
8-16	1
4-8	2
2-4	3
1-2	4
0-1	5

**Tabelle 43: Energetische Amortisation (Alternative 3)**

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>1</b>
<b>Lebensdauer</b>	<b>Punktzahl</b>
unter 10 a	0
11 - 16 a	1
17 - 23 a	2
24 - 31 a	3
32 - 40 a	4
> 40 a	5

**Tabelle 44: Dauerhaftigkeit**

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>1</b>
<b>Brandverhalten nach DIN 4102</b>	<b>Punktzahl</b>
B3	0
B2	1
B1	2
A2	3
A1	4

**Tabelle 45: Brandverhalten**

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>1</b>
<b>Kosten (DM/m<sup>2</sup>) für U-Wert von 0,4</b>	<b>Punktzahl</b>
Über 150	0
111 - 150	1
71 - 110	2
41 - 70	3
21 - 40	4
10 - 20	5

**Tabelle 46: Preiswerte Anschaffung**

#### 6.1.3.4 Nachnutzung

<b>Gewichtungsfaktor</b>	<b>2</b>
<b>Demontierbarkeit / Rezyklierbarkeit</b>	<b>Punktzahl</b>
nicht demontierbar / nicht recyklierbar	0
nicht demontierbar / teilweise recyklierbar	1
nicht demontierbar / (down-)recyklierbar	2
demontierbar / nicht recyklierbar	3
demontierbar / teilweise recyklierbar	4
demontierbar / recyklierbar	5

**Tabelle 47: Demontierbarkeit / Rezyklierbarkeit**

Diese mit Punkten bewerteten Kriterien werden nunmehr im nächsten Schritt dazu verwendet, die zu den verschiedenen Dämmstoff-Produktgruppen gehörigen jeweiligen Punktwerte zu ermitteln und in eine Tabelle einzutragen.

Von mehreren Indikatoren, die den Primärenergieverbrauch betreffen, wurde in der Matrix der am höchsten gewichtete Indikator "Energetische Amortisation" verwendet. Da dieser Indikator selbst eine Funktion der Dämmstoffstärke ist, müßte beim anhaltenden Trend zunehmender Dämmstoffstärken und verringerter U-Werte perspektivisch auf U-Werte von 0,3 oder sogar 0,2 m<sup>2</sup>K/ W normiert werden.

In der Kriterienliste sind Kriterien mit relativ hohem Aggregationsgrad enthalten, wie z. B. "Gewinnung des Rohmaterials ohne nachhaltige Störung der Umwelt". Der hohe Aggregationsgrad des Indikators macht es erforderlich, bei einer weitergehenden Analyse auf solche Kriterien, mindestens aber auf die Indikatoren des Kriteriums Ressourcenverbrauch noch differenzierter einzugehen. [Kaltschmitt 1997]

#### 6.1.4 Vergleichsmatrix Dämmstoff-Produktgruppen

Für das Planungsbeispiel werden Dämmstoffe für den Bereich der Zwischensparrendämmung und die Dämmung im Holzrahmenbau und in der Holzständerkonstruktion benötigt, um einen erforderlichen U-Wert von 0,4 W/(m<sup>2</sup> K), der in ihrer Bauelementplanung gefordert wird, zu realisieren. Die organischen und anorganischen Schäume bleiben hier zunächst unberücksichtigt und die faserförmigen Dämmstoffe und Granulate werden nebeneinandergestellt. In einem, hier nicht bearbeiteten erweiterten Ansatz könnten die anorganischen und organischen Schäume ebenso einbezogen werden.

Mit dem Vergleich unterschiedlicher Dämmstoff-Produktgruppen wird nun der Versuch unternommen, innerhalb einer Produktfamilie mit klar umrissener funktioneller Äquivalenz zu definitiven Aussagen über die mittlere ökologische Leistungsfähigkeit der darin enthaltenen Produktgruppen zu kommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 48 wiedergegeben.

Die Durcharbeitung des Vergleichs geht deutlicher über die oft im Vordergrund stehende energetische Betrachtung hinaus, andererseits kann der Vergleich die Tiefe standardisierter Ökobilanzen nicht erreichen.

<b>Dämmung</b> <b>Kriterium</b>	<b>Flachs</b>	<b>Zellulose</b>	<b>Holzfaser- platte</b>	<b>Baum- wolle</b>	<b>Kork</b>	<b>Schaf- wolle</b>	<b>Mineral- granulat</b>	<b>Mineral- wolle</b>	<b>Glas- granulat</b>	<b>Blähton- granulat</b>	<b>Hanf</b>
1. Rohstoffbasis Rohstoffknappheiten	10	10	8	8	8	10	6	6	6	10	10
2. Gewinnung d. Rohmaterials ohne nachhaltige Störung der Umwelt	4	5	4	0	3	5	3	3	3	2	4
3. Vermeidung von langen Transportwegen f. d. Rohmaterial / Endprodukt	8	8	10	4	4	8	4	8	8	10	8
4. Vermeidung von Umweltbe- lastungen (Abwasser, Abluft, Lärm, usw.) bei der Veredelung des Rohmaterials	8	8	6	0	4	8	4	8	8	4	8
5. Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit	5	5	4	5	4	5	4	5	4	1	4
6. Energetische Amortisation	12	15	3	6	12	15	4 (?)	6	6	0 (?)	12
7. Langlebigkeit des Endprodukts	3	2	2	4	4	4	4	4	4	4	3
8. Brandverhalten	1	2	1	1	1	1	5	5	5	5	1
9. Preiswerte Anschaffung (Schonen der Geldressourcen)	2	4	1	1	1	2	3	5	1	0	2
10. Demontage / Recycling	8	10	8	8	10	8	10	8	10	10	8
<b>Gesamtergebnis:</b>	<b>61</b>	<b>69</b>	<b>47</b>	<b>37</b>	<b>51</b>	<b>66</b>	<b>47</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	<b>46</b>	<b>60</b>
<b>Rang:</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>4</b>

funktionales Äquivalent  $k=0,4 \text{ W/(K m}^2\text{)}$

**Tabelle 48: Beispielhafte Ermittlung einer Gesamtkennzahl zum Vergleich von Dämmstoff-Produktgruppen**

Wie zu erwarten war, rückt die bewertete Gesamtzahl bei steigender Indikatoranzahl relativ dicht zusammen, insbesondere bei den Produkten, die ohnehin am Markt erfolgreich auftreten. Bei weiter vergrößerter Indikatorenanzahl würde die vollaggregierte Gesamtzahl relativ wenig Entscheidungshilfe bieten. Dies dürfte sich grundsätzlich auch dann nicht ändern, wenn die Kriterien durch Ökobilanzen quantitativ besser untermauert werden.

Deutlichere Teilergebnisse erhält man bei der getrennten Teilaggregation der Kriterien-  
gruppen ökologische, technische und ökonomische Indikatoren. Würde die Anzahl der  
Kriterien erhöht, dürfte auch hier die Eindeutigkeit der Ergebnisse geringer werden.

### Ökologische Gesamtzahl

Die Ökologische Gesamtzahl wird aus den Zeilen 1, 2, 3, 4, 6, 10 aus Tabelle 48 gebildet.  
Die erste Zeile enthält die Kennzahl, die letzte den ökologischen Rang.

Flachs	Zellu- lose	Holz- faser- platte	Baum- wolle	Kork	Schaf- wolle	Miner- algra- nulat	Miner- alwolle	Glas- granu- lat	Bläh- tongra- nulat	Hanf
50	56	39	26	41	54	31	33	41	36	50
3	1	5	9	4	2	8	7	4	6	3

**Tabelle 49: Ökologische Gesamtzahl und ökologischer Rang der Dämmstoff-  
produktgruppen (Zeilen 1, 2, 3, 4, 6, 10 aus Tabelle 48).**

Nach ökologischen Gesichtspunkten würde die Zellulose-Produktgruppe als beste Gruppe  
von den Planenden ausgewählt.

### Technische Gesamtzahl

Die Technische Gesamtzahl wird aus den Zeilen 5, 7, 8 aus Tabelle 48 gebildet. Die erste  
Zeile enthält die Kennzahl, die letzte den technischen Rang.

Flachs	Zellu- lose	Holz- faser- platte	Baum- wolle	Kork	Schaf- wolle	Miner- algra- nulat	Miner- alwolle	Glas- granu- lat	Bläh- tongra- nulat	Hanf
9	9	7	10	9	10	13	14	13	10	8
4	4	6	3	4	4	2	1	2	3	5

**Tabelle 50: Ökologische Gesamtzahl und technischer Rang der Dämmstoff-  
produktgruppen (Zeilen 5, 7, 8 aus Tabelle 48).**

Durch die Betonung der Brandschutzeigenschaften haben bei der Beurteilung der technische  
Eigenschaften die mineralischen Produkte eindeutig Vorteile. Da von einigen flammgeschützt  
ausgerüsteten biogenen Dämmstoffe eine hohe Feuerwiderstandskraft bekannt ist, sollte  
beim Brandverhalten zumindest die Feuerwiderstandsdauer in normierten Konstruktionen  
berücksichtigt werden. Die technische Tauglichkeit ist ohnehin notwendige Voraussetzung  
für die Zeichenvergabe und bedarf nicht der besonderen Auszeichnung neben der  
Zulassung.

### Ökonomische Gesamtzahl

Die ökonomische Gesamtzahl wird aus Zeile 9 der Tabelle 48 gebildet. Die erste Zeile  
enthält die Kennzahl, die letzte den ökonomischen Rang.



Flachs	Zellulose	Holz-faser-platte	Baum-wolle	Kork	Schaf-wolle	Miner-algra-nulat	Miner-alwolle	Glas-granu-lat	Bläh-tongra-nulat	Hanf
2	4	1	1	1	2	3	5	1	0	2
4	2	5	5	5	4	3	1	5	6	4

**Tabelle 51: Gesamtzahl und ökonomischer Rang der Dämmstoff-Produktgruppen (Zeile 9 aus Tabelle 48).**

Auch die Kosten pro Dämmleistung spiegeln das bekannte Bild am Markt wider. Bisher kann preislich nur die Zellulosefaser mit dem Marktführer Mineralfaser konkurrieren.

Aus der Sicht ökologischer Kriterien haben vier Dämmstoff-Produktgruppen auf der Basis nachwachsender Rohstoffe eindeutig Vorteile gegenüber den mineralisch basierten Produkten und auch gegenüber den energieintensiv hergestellten biogenen Produkten. Brennbarkeit und höhere Kosten drücken bei der Bildung der Gesamtkennzahl aus ökologisch, ökonomisch und technischen Kriterien den Abstand zusammen.

Rang	1	2	3	4
Ökologische Gesamtkennzahl	Zellulose	Schafwolle	Flachsfaser Hanffaser	Kork Glasgranulat

**Tabelle 52: Produktgruppen auf den ersten vier ökologischen Rängen.**

Rang	1	2	3	4
Totale Gesamtkennzahl	Zellulose	Schafwolle	Flachsfaser	Hanffaser

**Tabelle 53: Produktgruppen auf den ersten vier Rängen nach der Gesamtkennzahl.**

Rückblickend auf das Ergebnis der Abbildung 31 (energetische Amortisation), in der bis auf Holzweichfaserplatten alle biogenen Dämmstoff-Produktgruppen deutlich besser als generische Produkte mit einer energetischen Amortisation von ca. 10 Monaten sind, erhält man bei differenzierter ökologischer Bilanzierung ein schärferes Bild der ökologischen Leistungen. So übersieht die rein energetische Gegenüberstellung die Umweltwirkungen der Produktion z.B. von Baumwollfasern (energetisch Rang 3/6 und ökologisch Rang 9/9) und auch von Kork, die selbst bei dieser hier vorgenommenen groben Lebenswegbetrachtung offenbar werden.

Rang	1	2	3	4	5
Energetische Amortisation	Schafwolle Zellulose	Flachs Hanf Kork	Baumwolle Glasgranulat Mineralwolle	Mineralgranulat	Holzfasersplatte
Ökologische Gesamtkennzahl	Zellulose	Schafwolle	Flachsfaser Hanffaser	Kork Glasgranulat	Holzfasersplatte

**Tabelle 54: Vergleich der Rangfolge der Dämmstoffproduktgruppen nach Energetischer Amortisation und ökologischer Gesamtkennzahl.**

Eine energetische Bilanzierung ist also für ein erstes Screening geeignet, für die konkrete Auswahl sind aber weitergehende Indikatoren notwendig, die durchaus von Produktgruppe zu Produktgruppe variieren können. Hier müssten auch die stofflich-chemischen

Gesichtspunkte durchgearbeitet werden, die in der Gesamtmatrix nur pauschal unter Zeile 4 Umweltbelastungen bei der Veredelung des Rohmaterials behandelt werden. Einerseits ist es erforderlich, die Produktionskette der Hauptkomponenten darzustellen, jedoch auch Zusatzstoffe, Flammenschutzmittel und Fraßhemmstoffe, Schmelzmittel und Staubbindemittel zu bearbeiten, die anhand des Indikators Eingriffstiefe beurteilt werden sollten. Auch hier gilt, wie schon weiter vorne gefordert, Deklaration von Inhaltsstoffen ist unverzichtbares Muß für eine Zeichenvergabe.

Grundlegend ist es beim ökologischen Vergleich zwischen Produktgruppen auf der Basis regenerativer Rohstoffe gegenüber mineralischen Rohstoffen mit mehr oder weniger begrenzten Ressourcen methodisch noch nicht gelungen, vergleichbare Indikatoren auszuwählen, noch Indikatoren zu vergleichen, die äquivalent sind [FAL 1999].

Ein valider Vergleich von mineralischen und biogenen Produktgruppen aus der Dämmstofffamilie faserförmiger und schaumförmiger Produktgruppen gibt es daher ebenfalls nur ansatzweise.

Erst nach Erarbeitung solchen Produktgruppenvergleiche ist es möglich, Aussagen über die ökologischen Leistungen von Dämmstoff-Produktgruppen im Anwendungssegment Wärmedämmverbundsysteme mit belastbaren Ergebnissen zu machen, das z.Z. bei der wärmetechnischen Gebäudesanierung sehr stark nachgefragt wird, obwohl die technisch-ökologischen Fragen zum Recycling trotz großer Anstrengungen noch nicht geklärt werden konnten.

### **6.1.5 Produktgruppe Zellulosedämmstoffe**

Aufgrund der vorstehenden Analyse und Bewertung wird angenommen, daß die Planenden die Produktgruppe Zellulosedämmstoffe zur weiteren Detaillierung der Planung wählen. In der Realisierungsphase müßten Sie nunmehr aus der Produktpalette der am Markt befindlichen Zellulosedämmstoffe das günstigste Produkt auswählen. In den nachfolgenden Tabellen sind Informationen wiedergegeben, die dazu derzeit erhältlich sind.

In Tabelle 55 befindet sich auch eine jutearmierte Zelluloseplatte. Diese Platte wird, wie zuvor die aus Kunststoff geschäumten Platten auch, hier nicht mitbetrachtet. Durch Nachfragen bei den Herstellern ist bekannt, daß Hersteller Werte zur Wärmespeicherung übernehmen, die vom Pionier ISOFLOC ermittelt wurden. Weiterhin ist auffällig, daß die Werte für den Primärenergieaufwand/m<sup>3</sup> gleich sind, jedoch die Rohdichten durchaus um einen Faktor 2 bis 3 unterschiedlich angegeben werden (oft abhängig von gesetzten Prioritäten, z.B. ob vermehrt Wärmespeicherung/sommerlicher Wärmeschutz oder hauptsächlich Dämmleistung bei Kälte gewünscht wird. Auch die Feinheit der Flocken, Verzahnbarkeit und Ort des zu dämmenden Bauteils sind entscheidend). Das paßt (nur auf den ersten Blick ) nicht zusammen. Insgesamt ist damit eine Situation vorhanden, in der die Unterschiede der Datenwerte der Produkte innerhalb der Produktgruppe der geflockten Zellulosedämmstoffe gering sind oder es überhaupt keine Unterschiede gibt. Selbst die oft zu wenig berücksichtigte Nachnutzung der Produkte aus Zellulosefasern dürfte nicht geeignet sein, deutliche Unterschiede hervorzurufen.

Eine Wiederverwendung ist bei allen eingeblasenen Produkten möglich, wenn die Konstruktion eine Demontage ermöglicht und diese so wasserabweisend ausgeführt ist, daß eine Durchfeuchtung des Dämmstoffs verhindert wird. Erfahrungen mit dem Recycling von Zellulosedämmmaterialien liegen allerdings praktisch nicht vor. Die aus Gründen des Flammenschutzes enthaltenen Gemische aus Borsäure und Borax sowie weiteren Stoffen sind bei allen Produkten in zu hohen Konzentrationen enthalten, so daß eine Kompostierung ohne weitere Behandlung nicht zu empfehlen ist, wie auch eine Verbrennung zur energetischen Nutzung nur in Anlagen mit Rauchgasreinigung möglich ist. (Eine Reduzierung und Substitution durch andere wie Aluminiumhydroxid in der WGK 0 erfolgt jedoch weitgehend).

Diese Erkenntnis erfordert es, einen Blick zurück in die Bewertungstabelle zu werfen, in der die Zellulosefasern unter dem Kriterium "Demontage/Recycling" a priori die höchstmögliche Punktzahl erhalten hatten. Diese Bewertung erscheint nunmehr zwar nicht falsch, aber in Hinblick auf den Endverbleib nicht differenziert genug und müsste überprüft werden.

Dämm-Produkt	Hersteller	WLG	Rohdichten		PE-Aufwand [KWh/m3]	Wärme-speich- erung [Wh/ m3 K]	Phasen-ver-schie- bung [h]	Feuch-te-regu- lierung
			frei-liegend	raumaus-füllend				
BioFloc	Ökoprodukte AS	040	25-40	35-60	58	19-32	ca. 11	++
ISODAN Zellulose 040	Isodan (DK)	040	25-40	35-60	58	19-32	ca. 11	++
CATOCELL	CWA Cellulose Werk	040	20-35	30-50	58	19-32	ca. 11	++
CLIMACELL		040	30-40	35-55	58	19-32	ca. 11	++
DÄMMCELL		040	20-35	30-50	58	19-32	ca. 11	++
D.I.E.ZELLUFIX		040	30-40	35-55	58	19-32	ca. 11	++
CLIMATIZER	CIUR, Climatizer (A)	040	30-40	35-65	58	19-32	ca. 11	++
DÄMMSCHÜTTUNG	Dämmstatt W.E.R.F GmbH, Stattbauhof	045	25-50	35-65	58	19-32	ca. 11	++
DÄMMSTATT's CI		045	25-50	35-65	58	19-32	ca. 11	++
DÄMMSTATT's CI 040		040	25-50	35-65	58	19-32	ca. 11	++
EKOVILLA	Ekovilla Oy, Dobry	040	35-45	40-60	58	19-32	ca. 11	++
EKOVILLA BIANCO		040	35-45	40-60	58	19-32	ca. 11	++
HOMATHERM ZF 045	Homann Dämmstoffe GmbH Co KG	045	30-40	45-75	58	19-32	ca. 11	++
HOMATHERM (Platte)		040	70-100	70-100	58	38-54	ca. 12	++
ISOFLUC S	Isofloc Ökologische Bautechnik GmbH	045	k.A.	40-70	58	19-32	ca. 11	++
ISOFLUC L		040	30-40	35-55	58	19-32	ca. 11	++
ISOFLUC		045	35-55	40-70	58	19-32	ca. 11	++
NOVAPLUS 040	Nordiska Ecofiber	040	45-55	45-65	58	19-32	ca. 11	++
NOVAPLUS 045		045	30-45	65-80	58	19-32	ca. 11	++
SELLUTOP	Besin Mehren GmbH	040	30-40	40-60	58	19-32	ca. 11	++
SWISSFLOC	Isofoc AG (St. Gallen)	045	30-55	45-80; 30-80 (CSO)	58	19-32	ca. 11	++
TERMOTRÄ	Svenska Termoträ AB (S)	040	23-30	30-50	58	19-32	ca. 11	++
THERMOCEL	C.F.F. Cell.- Füllstoffe	045	25-40	41-65	58	19-32	ca. 11	++
THERMOFLOC	Peter Seppeler GmbH (A)	040	30-44	45-60	58	19-32	ca. 11	++
WARMCEL	Excel Industries Ltd. (UK)	040	30-55	35-55	58	19-32	ca. 11	++

**Tabelle 55 : Technische Parameter von Zellulosedämmprodukten.**

Dämm-Produkt	Hersteller	Zusatzstoffe [Gew %]				
		S	Bor- säure	Borate	Andere Flamm- und Fraßschutzmittel	
BioFloc	Ökoprodukte AS	12	1,5	1,5	Al(OH) <sub>3</sub> : 9	-
ISODAN	Isodan (DK)	12	1,5	1,5	Al(OH) <sub>3</sub> : 9	-
CATOCCELL	CWA Cellulose Werk	k.A.				
CLIMACELL		14	14	-	-	-
DÄMMCELL		k.A.				
D.I.E.ZELLUFIX		k.A.				
CLIMATIZER	CIUR, Climatizer (A)	11	x	x	-	-
DÄMMSCHÜTTUNG	Dämmstadt W.E.R.F gmbH, Statthauhof	k.A.				
DÄMMSTATT's CI		bis 12	x	-	Al(OH) <sub>3</sub> : x	-
(boratfrei)		bis 12	-	-	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : x	Fungotannin: x
DÄMMSTATT's CI 040		bis 12	x	-	Al(OH) <sub>3</sub> : x	-
(boratfrei)		bis 12	-	-	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> : x	Fungotannin: x
EKOVILLA	Ekovilla Oy, Dobry	17,3	x	x	-	-
EKOVILLA BIANCO		17,3	x	x	-	-
HOMATHERM ZF 045	Homann Dämmstoffe GmbHCo KG	k.A.				
HOMATHERM (Platte)		11 bis 14	x	x	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> : x	Ligninsulfonat, Tallharz:x
ISOFLUC S	Isofloc Ökologische Bautechnik GmbH	16	x	x	x	-
ISOFLUC L		8	4	4	-	-
ISOFLUC		12	x	x	-	-
NOVAPLUS 040	Nordiska Ecofiber	k.A.				
NOVAPLUS 045		k.A.				
SELLUTOP	Besin Mehren GmbH	k.A.				
SWISSFLOC	Isofoc AG (St. Gallen)	k.A.				
TERMOTRÄ	Svenska Termoträ AB (S)	15	5,8	4,2	Aluminium- polyphosphat: x	-
THERMOCEL	C.F.F. Cell.-Füllstoffe	k.A.				
THERMOFLOC	Peter Seppel GmbH (A)	19	12	7	-	-
WARMCEL	Excel Industries Ltd. (UK)	k.A.		Borsalze		Gips

**Tabelle 56: Zusatzstoffe in Zellulosedämmprodukten.**

Genau an dieser Stelle würde nun die Diskussion im Produktgruppenforum wichtig sein, um zunächst einmal die Kriterien für die Vergabe des Umweltzeichens zu schärfen. Dazu wären eine Reihe von Fragen zu beantworten:

1. Wie sieht eine Produktdeklaration für Zellulosedämmstoffe aus.
2. Wie geht man um mit einer Situation, in der alle Produkte der Produktgruppe so dicht nebeneinander liegen, daß unter Umständen gar kein Umweltzeichen der zweiten Stufe vergeben werden kann?

3. Gibt es Hersteller, die ein Umweltzeichen in Konkurrenz zu anderen anstreben, weil sie glauben, umweltverträglicher zu produzieren als andere und deshalb bereit sind, eine Ökobilanz zu erstellen?
4. Liefern dann trotzdem möglichst viele andere Hersteller Daten zur Erzeugung des generischen Produkts?
5. Sind die Daten verlässlich genug, um daran Produkte zu messen, für die ein Umweltzeichen beantragt wird?
6. Welche Kriterien sollen herangezogen werden?
7. Wie sehen die generischen Produkte der Produktgruppen "Geflockte Zellulose-Dämmstoffe für Decken/Böden, Wände, Dächer" aus?

Immerhin hat der durch die Befragung der Hersteller angestoßene Vergleich der Zusatzstoffgehalte dazu geführt, daß das Problembewußtsein der Hersteller geschärft worden ist und die zuerst mitgeteilten unscharfen Angaben präzisiert worden und zumeist nach unten korrigiert worden sind. Im Zuge einer Zeichenvergabe müßten die Hersteller nun Analysenergebnisse zugelassener Prüfinstitutionen vorlegen, um die Aussagen zu validieren. Wenn tatsächlich bereits eine Reduzierung des Zusatzstoffgehalts oder eine Umstellung auf weniger problematische Flammenschutzmittelsysteme erfolgt ist, dann hat sich hier schon eine Verbesserung der Umweltqualität der Produkte vollzogen, die später genau mit einem Umweltzeichen erreicht werden sollte.

Der unterschiedliche Gehalt an Flammenschutzmittel und die Bewertung der verschiedenartigen Systeme könnte Grundlage für die Vergabe eines Umweltzeichens in der Produktgruppe der Zellulosefaserdämmstoffe sein.

Schlußbemerkung: In diesem Abschnitt der Studie wurde bewußt kein Versuch gemacht, vorhandene Lücken aus Sicht der Studiennehmer zu schließen. Vielmehr sollte deutlich gemacht werden, daß selbst für Produkte, wie Zellulosedämmstoffe, deren Hersteller in der Regel bereit sind, sehr weitgehende Produktinformationen zu liefern, im Hinblick auf eine Umweltzeichenvergabe noch an den systematischen Grundlagen gearbeitet werden muß.

## 6.2 Ökobilanzen für generische Produkte: Klebstoffe

### 6.2.1 Funktionelle Einheit

Für den Vergleich von Produkten innerhalb einer Produktgruppe wird als funktionelle Einheit hier die Herstellung von 1 kg Klebstoff einer bestimmten Zusammensetzung festgelegt unter der Voraussetzung, daß dieses Kilogramm bei allen Produkten gleich gut und gleich viel klebt.

Wenn diese Voraussetzung nicht zutrifft, dann müßte in Absprache mit entsprechenden Experten die Festlegung der funktionalen Äquivalenz bezogen auf die Verlegung von 1 m<sup>2</sup> Bodenbelag genauer erfolgen. Dazu müßte einerseits der Bodenbelag oder gegebenenfalls mehrere Bodenbeläge definiert und andererseits die jeweils erforderliche Menge Klebstoff festgelegt werden. Ein Vergleich verschiedener Produktgruppen wäre erst danach sinnvoll.

Vorteil dieses zweistufigen Vorgehens ist, daß sich die im ersten Schritt erhaltenen Daten je nach Bedarf, d.h. auch für spätere Nutzer flexibel, in Schritt zwei einsetzen lassen. Hingegen erhält man bei einer integrierten Vorgehensweise nur ein sehr spezifisches und unter Umständen umstrittenes Ergebnis, das sich - beispielsweise hinsichtlich der Verlegepraxis oder der berücksichtigten Bodenbeläge - nicht variieren läßt.

Auf der Grundlage der bisher ausgewerteten Literatur wird im folgenden in Ermangelung spezifischer Angaben davon ausgegangen, daß mit jeder der drei miteinander verglichenen Klebstoff-Produktgruppen die verschiedenen weiter unten genannten Bodenbeläge mit gleicher Materialmenge / Flächeneinheit verklebt werden können.

### 6.2.2 Auswahl der bilanzierten Varianten

Die Auswahl der untersuchten Variante erfolgte in Anlehnung an die in [UBA 1998] untersuchten Bodenbelagssysteme (Einsatzbereich: Wohnbereich sowie Verwaltungs- und Dienstleistungsbereich). In obiger Studie wurden beispielhaft drei Produkte untersucht: ein homogener PVC-Belag, ein Polyolefin-Belag sowie ein Linoleum-Belag (der zusätzlich dazu untersuchte keramische Belag ist hier uninteressant). Von allen drei Varianten wird angenommen, daß sie vollflächig mit Dispersionskleber auf Acrylat-Basis verklebt werden.

Daneben ist aber auch z.B. aus entsprechenden Merkblättern der Technischen Kommission Bauklebstoffe bekannt, daß Dispersionsklebstoffe grundsätzlich für eine Vielzahl verschiedener Bodenbeläge geeignet sind (z.B. homogene und heterogene Elastomer-Beläge, verschiedene Parkett-Typen). Entsprechende Eignungshinweise der Hersteller können die Verwendung von Dispersionsklebstoffen allerdings einschränken. In Beeke et.al. (1996) wird darauf hingewiesen, daß 1995 für die Verlegung von Fußbodenbelägen der Anteil der Dispersionsklebstoffe ca. 90% betrug, derjenige lösemittelhaltiger Klebstoffe und Reaktionskleber lag bei unter 10% bzw. bei ca. 1%.

Bei Dispersionsklebstoffen handelt es sich um meist wässrige Lösungen von organischen Polymeren, z.B. Polymethacrylaten. Sie enthalten gegebenenfalls noch Zusatzstoffe wie Weichmacher, Lösungsmittel, Harze od. Füllstoffe und binden durch Verdunsten des Dispersionsmittels (Wasser) unter Bildung eines Klebstoff-Films ab [Römpf 1995].

Unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Bilanzdaten wurden für eine erste orientierende Bilanzierung die nachstehenden folgende Annahmen zur Zusammensetzung eines Dispersionsklebstoffs getroffen.

### Variante 1: Dispersionsklebstoff auf Polymethacrylat-Basis

60% Polymethylmethacrylat (Granulat)

25% Wasser

5% Dichlormethan

5% anorganische Chemikalien<sup>37</sup>

In Ergänzung dazu erscheint es aber sinnvoll, noch weitere Varianten gängiger Klebstoffe zu berücksichtigen. In diesem Sinne wurden sowohl für einen Epoxidharzklebstoff als auch für einen Methylmethacrylatklebstoff erste Rezepturen entworfen und orientierende Bilanzen erstellt. Bei beiden Klebstoffen handelt es sich um Reaktivklebstoffe, die für das Verkleben von Bodenbelägen verwendet werden können. Reaktivklebstoffe sind Klebstoffe, die über chemische Reaktionen (Polyreaktionen, Vernetzung), die durch Wärme, zugesetzte Härter oder andere Komponenten bzw. Strahlung ausgelöst werden können, aushärten und abbinden. Reaktivklebstoffe ergeben sehr feste und dauerhafte Verklebungen [Römpf 1995].

### Variante 2: Epoxidharzklebstoff

70% Epoxidharz, flüssig

20% Dichlormethan

5% organische Chemikalien<sup>38</sup>

5% anorganische Chemikalien<sup>39</sup>

### Variante 3: Acrylat-Klebstoff mit Methylmethacrylat

50% Methylmethacrylat

40% Polyethylenglykol (Verdickungs-, Elastifizierungsmittel)

5% organische Chemikalien darin 2% Initiator (Redoxinitiator)<sup>40</sup>

5% anorganische Chemikalien<sup>41</sup>

## 6.2.3 Durchführung einer ersten orientierenden Bilanz

Auf der Basis der oben dargestellten drei Rezepturen wurde jeweils eine erste orientierende Bilanz mit Hilfe des EDV-Programms Umberto 3.2 erstellt. Datenbasis bilden öffentlich verfügbare Literaturdaten allgemeiner Natur zur Herstellung der verwendeten Inhaltsstoffe.

Es muß angemerkt werden, daß zum Teil mit Referenzstoffen gearbeitet wurde. Ein Beispiel hierfür sind die *organischen Chemikalien*, die als Aceton bilanziert wurden. Da zum momentanen Zeitpunkt nur angenommen werden kann, daß organische Inhaltsstoffe in den jeweiligen Klebstoffen enthalten sind (z.B. in Form von Weichmachern), ihre Zusammensetzung aber nicht bekannt ist, wurde Aceton als ein typischer Vertreter dieser Gruppe, der zudem mit einer guten Datenbasis hinterlegt ist, bilanziert. Für *anorganische Chemikalien* wurde analog der Referenzstoff Natriumhydroxid ausgewählt. Dieses Vorgehen stellt eine sinnvolle erste Näherung dar. Ein weiterer Grund für die Verwendung von Referenzstoffen besteht in der eingeschränkten Datenverfügbarkeit. Hier wurden in einer ersten Näherung vereinfachende Annahmen zur Rezeptur getroffen.

Beispielhaft ist in Abbildung 32 für den Polymethacrylatklebstoff das Bilanznetz aus Umberto 3.2 abgebildet.

---

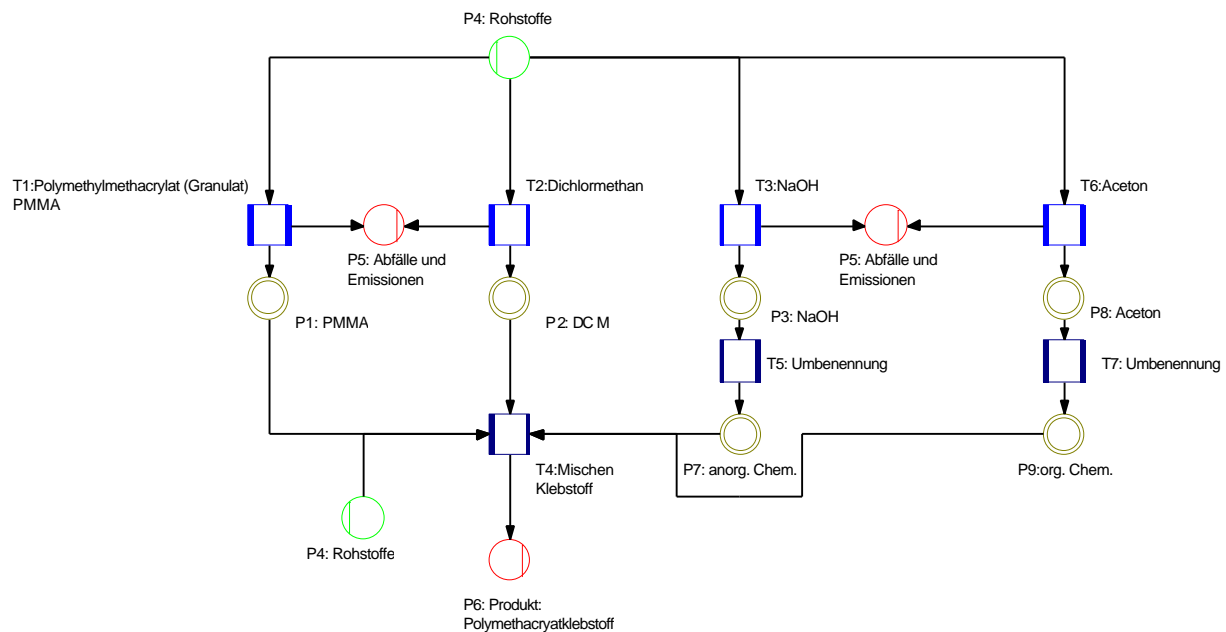
<sup>37</sup> Als Referenzstoff für anorganische Chemikalien wird Natriumhydroxid bilanziert.

<sup>38</sup> Als Referenzstoff für organische Chemikalien wird Aceton bilanziert.

<sup>39</sup> siehe Fußnote 37.

<sup>40</sup> siehe Fußnote 38.

<sup>41</sup> siehe Fußnote 37.



**Abbildung 32: Bilanznetz der Herstellung von Polymethylmethacrylatklebstoff.**

## 6.2.4 Ergebnisse der orientierenden Bilanz

Erstellt wurde einerseits eine Sachbilanz. Daneben wurde auch eine Wirkungsabschätzung der drei untersuchten Varianten erstellt. Die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung sind für fünf Umweltproblemfelder in Tabelle 57 vergleichend dargestellt.

	Primärenergieverbrauch	Treibhauspotential	Versauerungspotential	POCP	Eutrophierungspotential
Einheit	kJ	kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent	g SO <sub>2</sub> -Äquivalent	g Ethen-Äquivalent	g PO <sub>4</sub> -Äquivalent
Polymethylmethacrylatklebstoff	76.000	3,8	29	3,0	3
Epoxidharz-Klebstoff	107.000	5,1	38	2,9	4,7
Methylmethacrylat-Klebstoff	95.000	4,4	33	3,1	3,9

**Tabelle 57: Ergebnisse der Wirkungsabschätzung.**

Zur Orientierung sind nachfolgend die Anteile der Einzelkomponenten der jeweiligen Klebstoffe am Primärenergieverbrauch, dem Treibhaus-, Versauerungs-, Photooxidantienbildungs- und Eutrophierungspotential tabellarisch dargestellt.

Für die Varianten 1 und 2 erweist sich die Komponente Polymethylmethacrylat bzw. Epoxidharz flüssig als mit Abstand wichtigste Komponente. Diese Komponenten sind für 70 bis über 90% des Energieverbrauchs und der Umweltbelastungen des jeweiligen Klebstoffs verantwortlich. Bei Variante 3 verursacht die Herstellung des Methylmethacrylats ca. 60 bis 70% der Lasten, daneben lassen sich aber ca. 20 bis 35% der Lasten auf Polyethylenglykol zurückführen.



	Primärenergie- verbrauch	Treibhaus- potential	Versauerungs- potential	POCP	Eutrophierungs potential
Einheit	%	%	%	%	%
Polymethyl- methacrylat	91	92	90	85	92
Dichlormethan	3	3	4	3,5	3
NaOH	1	1,5	2,6	5	2
Aceton	5	3	3	7	4
Summe	100	100	100	100	100

**Tabelle 58: Variante 1: Polymethylmethacrylatklebstoff.**

	Primärenergie- verbrauch	Treibhaus- potential	Versauerungs- potential	POCP	Eutrophierungs potential
Einheit	%	%	%	%	%
Epoxidharz, flüssig	88	87	83	74	89
Dichlormethan	8	10	12	14	8
NaOH	1	1	2	5	1
Aceton	3	2	3	7	2
Summe	100	100	100	100	100

**Tabelle 59: Variante 2: Epoxidharzklebstoff.**

	Primärenergie- verbrauch	Treibhaus- potential	Versauerungs- potential	POCP	Eutrophierungs potential
Einheit	%	%	%	%	%
Methylmethacrylat	60	66	66	70	63
Polyethylenglykol	36	30	29	19	33
NaOH	1	1	2	5	1
Aceton	4	3	3	7	3
Summe	100	100	100	100	100

**Tabelle 60: Variante 3: Methylmethacrylatklebstoff.**

### 6.3 Arbeit des Produktgruppen-Forums: PVC-Fenster

Anhand eines fiktiven Beispiels zu PVC-Fenstern soll im folgenden die Einrichtung und die Arbeitsweise des Produktgruppen-Forums dargestellt werden.

In diesem Beispiel ist das Umweltbundesamt (UBA) competent body für die Abstimmung.

In diesem Beispiel wird der Masterserver von einem "Europäischen Institut für Umweltzeichen" betrieben.

Für dieses Beispiel übernimmt ein "Institut für das Bauen mit Kunststoffen" die Aufgabe der Beantragung des Produktgruppen-Servers und führt die Anmeldung durch. Das Institut wird der Moderator des Produktgruppen-Forums "PVC-Fenster" und ist dann berechtigt, auf dem Server und in anderen Veröffentlichungen die Bezeichnung "Vom Umweltbundesamt eingesetztes Produktgruppen-Forum für die Produktgruppe PVC-Fenster" zu nutzen. Das Institut hat die Verpflichtung, seine Produktgruppen-Server-Adresse dem "Europäischen Institut für Umweltzeichen" bekannt zu machen, damit diese beim Masterserver eingetragen werden kann und eine Verknüpfung zwischen den beiden Servern gibt.

Nach dem Einrichten der Verknüpfung zum Masterserver kann das Produktgruppen-Forum die Arbeit aufnehmen. In diesem Beispiel sind zwei Gruppen beteiligt AGPVC und Grünpiece, die es in Wirklichkeit nicht gibt. Sie haben Stellung zu den vorgetragenen Problemen genommen und ihre Kriterien bzw. Kommentare genannt. Das Forum hat sein Votum als Ganzes abgegeben. (Abstimmungsprozeß nach einem Seminar). Nach einiger Zeit wird eine Problemliste entstehen. Es wird hier angenommen, daß als Beiträge zur Problemliste die in Tabelle 61 wiedergegebenen Punkte vorgetragen worden sein könnten. Die Liste enthält einige der in vergangenen Jahren vorgetragenen Diskussionspunkte zu PVC-Fenstern.

Das betreuenden Institut und interessierte Forumsmitglieder tragen im nächsten Schritt in der Literatur vorhandene Daten zusammen, um damit die generische Sachbilanz zu erstellen und zur Diskussion zu stellen.

Dabei fällt ihnen durch Vergleich mit der Problemliste auf:

#### *Problem "Recycling"*

Das Forum findet seine Entscheidung in [Kreissig 1998] und [SZFF-Fenster 1996] bestätigt, das werkstoffliche Recycling von PVC wegen der Umweltentlastungswirkungen besonders zu fördern.

- Als Aktion wird im Forum die Diskussion um die Abstufung der Rezyklatanteile zur Zeichenvergabe forciert. Favorisiert werden coextrudierte Profile. Es wird ein Stufenplan diskutiert, nach dem der Rezyklatanteil, der zur Vergabe des Zeichens erforderlich ist, in Fünffjahresabständen um jeweils 5%-Punkte entsprechend der sich steigenden Rücklaufmengen von jetzt 30 auf später 70 Prozent gesteigert wird.

Weniger positiv gesehen wird das Untermischen von Rezyklat unter die Frischware, weil dieser Pfad in seiner Mengenaufnahme wegen der Vergilbung des Rezyklats auf ca. 12-15% begrenzt und damit nicht zukunftsfähig ist.

Lebensphase	Prozeß	Problem	Forderung / Meinung	AGPVC	Grünpiece	Forum
Generisches Produkt als ganzes		Produkt ökologisch ungünstig im Vergleich zu anderen Alternativen, insbesondere Holzfenstern	Kein Umweltzeichen für PVC-Fenster vergeben.	Vergleich mit anderen generischen Produkten	Ja	Vergleich mit anderen generischen Produkten
Vorstufe	Chlor-Alkali-Elektrolyse	Quecksilberemissionen beim Amalgamverfahren	Keine Chloralkali-Elektrolyse mehr, statt dessen z.B. Diaphragma-Verfahren	ja	ja	In Ökobilanz einbeziehen
		Hoher Stromverbrauch der Elektrolyse	-	Ohne Alternative	ja	In Ökobilanz berücksichtigen
Vorstufe	Vinylchlorid-Herstellung	krebserzeugend (TRK-Wert), Emissionen in der Umgebung von Herstellungsbetrieben	Verzicht auf Vinylchlorid-Herstellung	nein	ja	nein
Vorstufe	Compoundierung	Schwermetallstabilisatoren auf Ba/Cd-Basis (krebserzeugend) und Blei-Basis (giftig)	Verwendung von Ca/Zn-Stabilisatoren	Nicht notwendig, aber allmählich vorgesehen	ja	Als Kriterium berücksichtigen
Außergewöhnliche Einwirkungen	Brandfall	Dioxinbildung HCl-Bildung (korrosiv)	Verzicht auf PVC-Fenster	nein	Ja	nein
Reststoffwirtschaft	werkstoffliches Recycling	Vermischung von Frischware mit Ca/Zn Stabilisierung mit Recyclingware mit Blei- oder Cadmiumstabilisierung	Vorerst kein werkstoffliches Recycling	nein	Ja	Nein, werkstoffliches Recycling als Vergabekriterium hoch wichten
	Chemisches Recycling	Verbrennung von PVC führt zu HCl und Schwermetallemissionen, evtl zu Dioxinbildung	Kein chemisches Recycling	nein	Ja	Nein, in Ökobilanz berücksichtigen
	Deponie	Schwermetallgehalte der Fenster	Keine Deponie von Blei und Cadmiumhaltigen PVC-Fenstern	ja	Ja	Ja, zu unkontrolliert

**Tabelle 61: Problemliste der Produktgruppe PVC-Fenster und Stand der fiktiven Produktgruppendifkussion**

### *Problem "UV-Stabilisatoren"*

In [Kreissig 1998] wird ein PVC-compound mit Ca/Zn als Stabilisator bei der PVC-Zusammensetzung für das Fensterprofil zugrunde gelegt. Es wird ausgeführt:

"Von den schwermetallhaltigen Varianten sind davon ausschließlich noch Pb-basierte Systeme von Bedeutung. Cd-haltige Systeme werden nicht mehr eingesetzt. In Deutschland gewinnen die Ca/Zn-Systeme an Bedeutung. Länder wie z.B. die USA verwenden auch Stabilisatoren auf Organozinn-Basis, dies bedingt jedoch einen deutlich höheren Pigmentanteil" (S.49)

Nicht dargelegt wird, welche Gründe nun dafür sprechen könnten, die nach wie vor im Einsatz befindlichen Blei-Stabilisatoren unberücksichtigt zu lassen. Es wird nicht ermittelt, mit welchem Mengen Anteil die Blei- und Ca/Zn-Stabilisatoren am Markt derzeit vertreten sind.

Folglich heißt es in den Schlußfolgerungen:

"Obwohl die betrachteten Stabilisatorsysteme auf Calcium-Zink Basis nur noch geringe Beiträge zur potentiellen Schädigung der Ökosysteme beitragen, ist das Gesamtpotential vom PVC-Profil dominiert."

So ist klar, daß sich das Bild verschlechtern würde, wenn die tatsächlich noch benutzten Blei-Stabilisatoren (und, sofern doch noch verwendet, Ba/Cd Stabilisatoren) bei der Ist-Ermittlung berücksichtigt würden.

In [SZFF-Fenster 1996] hingegen wird ein PVC-Profil mit Stabilisator auf Bleibasis bilanziert.

Für die Vergabe von Umweltzeichen für PVC-Fensterprofile würde nun aber gerade der Verzicht auf Blei- (und Ba/Cd)-haltige Stabilisatoren ein wichtiges Kriterium sein.

- Als *Aktion* wird im Forum die nochmalige Ermittlung der tatsächlichen derzeitigen Verbände an Stabilisatoren für Fensterprofile festgelegt.

### *Problem "Elektrolyse"*

In [SZFF-Fenster 1996] wird für die Chloralkali-Elektrolyse das Diaphragma-verfahren zugrunde gelegt, weil das entsprechende Modul aus [ÖKOINV 1995] verwendet wurde. Hier heißt es:

"[...] in der damaligen BRD wurde 1973 Chlor und Natronlauge überwiegend nach dem Quecksilberprozeß hergestellt, der Anteil des Diaphragmaverfahrens lag bei 3% [...]. Dieser Anteil ist wegen Problemen mit Quecksilberemissionen beim Quecksilberprozeß im Ansteigen begriffen [...].

In unserer Analyse nehmen wir an, daß Chlor und Natronlauge nach dem Diaphragma-Verfahren hergestellt werden." ([ESU 1996], Anhang A1, S.13)

Für die Ermittlung tatsächlicher Umweltbelastungen als Grundlage für ein Umweltzeichen müssen hingegen die derzeit verwendeten Verfahren zugrunde gelegt werden und nicht mögliche Trends. Die Trends sind wichtig, um genau daraus die Kriterien für die Vergabe von Umweltzeichen abzuleiten, mit denen ein günstiger Trend unterstützt und beschleunigt werden soll.

- Als *Aktion* wird im Forum die Ermittlung der tatsächlich erzeugten Mengen an Chlor und Natronlauge in Deutschland und Europa nach den derzeit verwendeten Verfahren einschließlich der Vorstufen bei Import-PVC festgelegt, um am Ende zu einem Chlor-Mix für die Vorstufen ähnlich wie beim Strom zu gelangen.

### *Problem "Vinylchlorid"*

Grünpeace achtet trotz der anderen Haltung des Forums zu diesem Punkt bei der Literatursuche auf die Erwähnung der emittierten Kohlenwasserstoffe und findet in [Kreissig 1998] Seite 95 einen Hinweis:

"Aus der Sicht der Bilanzierung ist das geringe Potential an bodennaher Ozonbildung positiv zu sehen. Dies liegt [...] in der Tatsache begründet, daß die Anlagen der PVC-Synthese auch aus Arbeitsschutzgründen sehr gut gekapselt und abgesaugt sind. So werden die emittierten Kohlenwasserstoffe kontrolliert der Abluftreinigung zugeführt."

- Als Aktion nimmt sich Grünpiece vor, beim befreundeten Ökologischen Institut vorbeizugehen, das gerade [Gabi 1996] gekauft hat, um die dort modellierten Emissionen der PVC-Vorstufen zu prüfen und bei den Umweltbehörden zur Kontrolle nach den möglichen Transport- und Lagerverlusten bei Vinylchlorid und nach evtl. Genehmigungen für Vinylchlorid-Emissionen bei der Vinylchlorid-Herstellung und in der Polymersiationsstufe zu fragen.

Hier endet das fiktive Beispiel. So ähnlich läßt sich das Vorgehen und die Diskussion im Forum jedenfalls vorstellen.

## 6.4 Vergleich zur Kennzeichenvergabe: Ziegel

Das Vorgehen kann exemplarisch für die Produktgruppe Ziegel anhand der Studie [Bruck 1996] dargestellt werden. In ihr wurden zunächst für zwölf verschiedene Ziegelwerke Sachbilanzdaten erhoben und dann ein durchschnittlicher Mauerziegel definiert. Die gewichteten Mittelwerte für die Herstellung eines solchen Mauerziegels sind in Tabelle 62 aufgelistet.

### 6.4.1 Ökobilanz der Ziegelherstellung

Im Rahmen der 1996 veröffentlichten Studie „Ökobilanz Ziegel“ [Bruck 1996] wurden in insgesamt 12 verschiedenen Ziegelwerken in Deutschland, Österreich und der Schweiz umweltrelevante Daten zur Ziegelherstellung<sup>42</sup> erfaßt. Es handelt sich dabei um eine "cradle to gate" Analyse über die Lebenswegphasen Rohstoffgewinnung bis Bereitstellung der Mauerziegel zur Spedition im jeweiligen Werk. Funktionelle Einheit ist ein Kilogramm Produkt; die verschiedenen Ziegeltypen werden nicht unterschieden. Die Daten beziehen sich auf die Betriebsjahre 1992/93. Die einzelnen Werke wurden aus Gründen der Vertraulichkeit anonymisiert (Bezeichnung: Werk 1 bis 12).

Erfaßt wurden Inputdaten zu Energie, Rohstoffen und Zuschlagstoffen, Wasser, Betriebs- und Hilfsstoffen sowie zu den Zuliefertransporten. Im Output wurden sowohl die Produkte als auch die atmosphärischen Emissionen erfaßt. Die Abwasserbelastung und die Abfälle wurden vernachlässigt. In der Wirkungsabschätzung wurden die Kategorien Primärenergie<sup>43</sup>, Treibhauspotential, Versauerungspotential ermittelt. Zusätzlich dazu wurden Umweltbelastungspunkte berechnet.

Die Vorketten der Energiebereitstellung wurden entsprechend der Unterschiede in den betrachteten Ländern nach verschiedenen Energiemodellen berechnet; die wichtigsten sind: [ESU 1996] für die Schweiz und [GEMIS 1998] für Deutschland. Für Österreich lagen keine spezifischen Daten vor. Aufgrund ähnlicher Rahmenbedingungen in Österreich wurde es nach [GEMIS 1998] wie Deutschland berechnet.

Die größten Unterschiede der Energiemodelle betreffen die Bereitstellung elektrischer Energie: In der Schweiz wird elektrische Energie zu ca. 60% mit Wasser- und zu ca. 40% mit Kernkraftwerken erzeugt. Dem gegenüber beruht die Stromherstellung in Deutschland gemäß dem verwendeten Modell überwiegend auf fossilen Energieträgern (ca. 65%) und Kernkraft (ca. 30%).

### 6.4.2 Vergleich der Ziegel verschiedener Hersteller

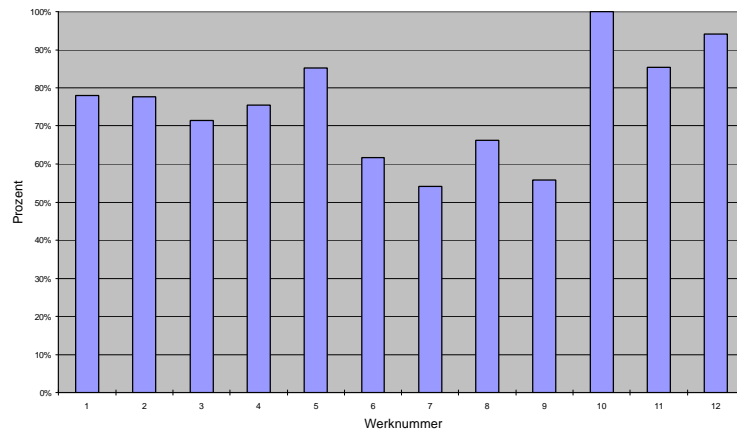
Die Daten der einzelnen Werke zeigen erhebliche Unterschiede. So schwankt der Primärenergiebedarf zwischen 1,72 und 3,24 MJ, das Treibhauspotential zwischen 0,13 und 0,32 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent und das Versauerungspotential zwischen 0,22 und 1,06 kg SO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kilogramm Produkt. Laut Angaben des Autors sind diese Unterschiede durch unterschiedliche Rohstoffzusammensetzungen und Herstellungsverfahren bedingt. In Abbildung 33 bis Abbildung 35 sind für die Kategorien Primärenergie, Treibhauspotential und Versauerungspotential die Ergebnisse der 12 Werke relativ zum jeweils höchsten Wert dargestellt. Dies soll die individuellen Unterschiede der Werke bzw. der produktbezogenen Belastungen herausheben.

Für den Bedarf an Primärenergie gilt beispielsweise, daß ein Kilogramm Ziegel aus Werk 7 um die Hälfte weniger Primärenergie benötigt als ein Kilogramm Ziegel aus Werk 10. Entsprechend hoch ist das Reduktionspotential für die ziegelbedingte Belastung, wenn in einem Bauvorhaben statt Ziegel aus Werk 10, Ziegel aus Werk 7 eingesetzt werden. Die

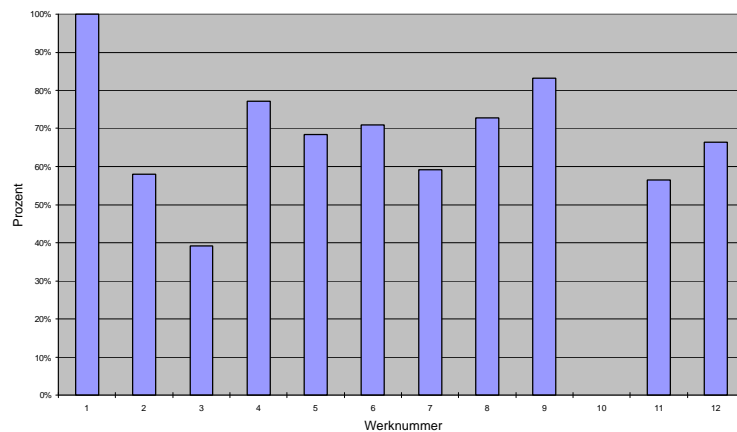
<sup>42</sup> Auf die ebenfalls in dieser Studie betrachteten Außenwandkonstruktionen wird hier nicht weiter eingegangen.

<sup>43</sup> Primärenergie: Summe aus Endenergie und Energie für die Endenergiebereitstellung.

Unterschiede zwischen den Werken zeigen sich am deutlichsten für das Versauerungspotential. Bei diesem Einzelkriterium besteht sogar ein Reduktionspotential von fast 80% bei einem Wechsel vom schlechtesten zum besten Ziegel bezogen auf die ziegelbedingten Belastungen.

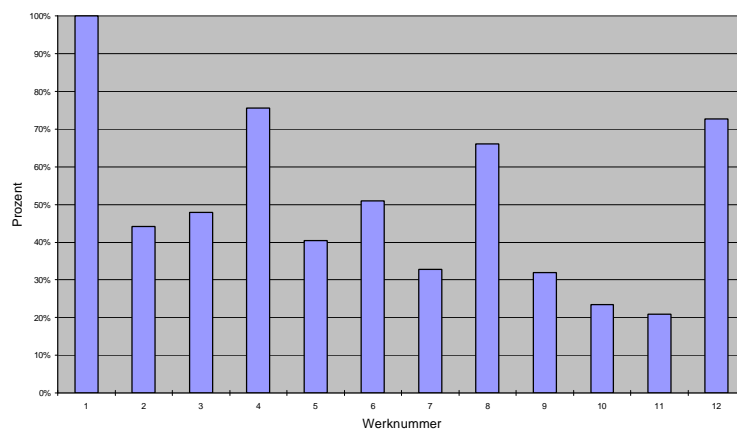


**Abbildung 33: Primärenergiebedarf der Ziegelherstellung nach [Bruck 1996].**



Für Werk 10 lag kein belastbarer Wert vor.

**Abbildung 34: Treibhauspotential der Ziegelherstellung nach [Bruck 1996].**



**Abbildung 35: Versauerungspotential der Ziegelherstellung nach [Bruck 1996].**

### 6.4.3 Generisches Produkt

Die Ergebnisse des vorigen Kapitels machen deutlich, daß sich die Belastungen der Herstellung, die mit der Wahl eines bestimmten Ziegels ausgewählt, d.h. quasi mit gekauft werden, durch die Auswahl eines Ziegels aus einem bestimmten Werk stark beeinflussen lassen. Je nach Werk fallen diese unterschiedlich hoch aus und können sich um einen Faktor von bis zu 5 unterscheiden.

Vergleichsmaßstab bei der Vergabe eines Umweltzeichens ist das generische Bauprodukt der Produktgruppe sein. Relativ dazu werden die Belastungen der einzelnen Produkte eingeschätzt. Die Belastung des generischen Bauprodukts wird berechnet, indem die Werte der Einzelprodukte nach ihren Marktanteilen gewichtet werden. Im Rahmen der Studie [Bruck 1996] wurde anhand der jeweiligen Jahresproduktion der verschiedenen Werke auf der Ebene der Wirkungskategorien ein durchschnittlicher Mauerziegel definiert. Die so gewichteten Mittelwerte für die Herstellung eines Mauerziegels sind in Tabelle 62 aufgelistet.

Primärenergiebedarf [MJ/kg Produkt]	2,6
Treibhauspotential [kg CO <sub>2</sub> -Äquivalent/kg Produkt]	0,22
Versauerungspotential [kg SO <sub>2</sub> -Äquivalent/kg Produkt]	0,8

**Tabelle 62: Generisches Produkt "Mauerziegel".**

### 6.4.4 Vergleich und Vergabe

Für die Zeichenvergabe sollten für alle betrachteten, relevanten Umweltauswirkungen bei den ausgezeichneten Produkten Verbesserungen verglichen mit dem generischen Produkt erzielt werden.

Vergleicht man die Ergebnisse des Durchschnittsziegels mit den Einzelwerten der 12 Werke so zeigt sich, daß nur die Ziegel der Werke 2, 3 und 7, d.h. ein Viertel der Werke, für alle drei betrachteten Kriterien geringere Umweltauswirkungen aufweisen als der Durchschnittsziegel (siehe Abbildung 36). Interessanterweise gibt es kein Werk, für das die Werte aller Kriterien höher liegen als für den Durchschnitt.

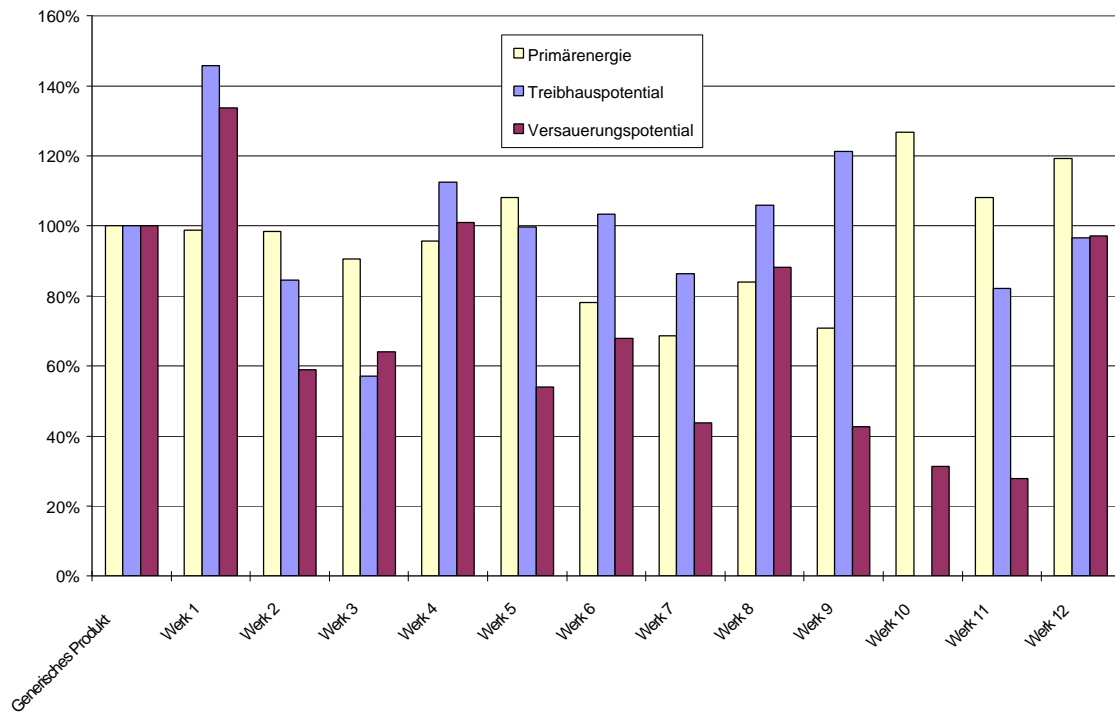
In der erwähnten Studie [Bruck 1996] wurden die Ziegel nur danach unterschieden, in welchem Werk sie hergestellt wurden und nicht nach dem Ziegeltyp (z.B. Hochlochziegel, Vollziegel). Ein Ziegeltyp entspricht jeweils einer Produktgruppe. Für die Erteilung eines Umweltzeichens müßte für jeden Ziegel innerhalb einer Produktgruppe, unterschieden werden, wo er hergestellt wurde (Werk 1 bis 12). Dabei wird angenommen, daß die Umweltauswirkungen proportional zur Masse des hergestellten Produkts sind und nicht von anderen Eigenschaften des jeweiligen Ziegels abhängen.

Wichtig ist an dieser Stelle die Berücksichtigung transportbedingter Umweltauswirkungen. Durch den Einsatz regional hergestellter Ziegel sollte sichergestellt werden, daß die durch eine Optimierung der Herstellungsprozesse erreichte Verringerung der Umweltbelastungen bei den ausgezeichneten Ziegeln nicht durch Umweltbelastungen aufgrund erheblicher Transportentfernungen kompensiert werden – siehe hierzu auch Abschnitt 4.3.

Beim Vergleich von Produktgruppen werden die Daten der generischen Bauprodukte miteinander verglichen. Der Vergleich findet auf einer planerischen Ebene statt (siehe Abbildung 12) und ist nur mit Unterstützung durch entsprechende Planungssysteme möglich.

Diese Vergleiche sind damit nicht relevant für die Vergabe von Umweltzeichen und dienen auch nicht zum unmittelbaren Vergleich von Handelsprodukten aus unterschiedlichen Produktgruppen.





**Abbildung 36: Relatives Ergebnis aller 12 Werke im Vergleich zum generischen Produkt (100%).**



## 7. Zusammenfassung

Ein Umweltzeichen signalisiert bei Bauprodukten keine Umweltfreundlichkeit im absoluten Sinn.

Die Entwicklung eines Vergabeverfahrens für die Kennzeichnung von Bauprodukten mit einem Umweltzeichen ist nicht pauschal für alle Bauprodukte möglich. Hingegen ist es sehr wohl möglich, für jede einzelne identifizierte Produktgruppe ein Vergabeverfahren nach einem bestimmten Schema zu entwickeln.

Ein Umweltzeichen im Bauwesen ist nur sinnvoll, wenn die Produktauswahlkriterien, sprich die Kriterien nach denen die Kennzeichnung vergeben wurde, zu den Planungskriterien kompatibel sind. Die Entscheidung für Produktgruppen wird auf der Planungsebene und nicht auf der Produktebene getroffen. Umweltwirkungen werden durch diese Annahmen bereits in ihren Größenordnungen festgelegt. Eine Auswahl von mit Umweltzeichen gekennzeichneten Produkten kann eine schlechte ökologische Planung nicht im nachhinein verbessern. Daher ist eine breite Palette von Produktgruppeninformationen für die Annahmen in der Planung unumgänglich. Ein Umweltzeichen für Bauprodukte kann dann sicherstellen, daß ein im späteren Planungsprozeß gewähltes Produkt diese Annahmen zumindest erfüllt, d.h. die Planung nicht verschlechtert, oder im günstigen Fall die Annahmen mehr als erfüllt und damit zu einer leichten Verbesserung der Planung beiträgt.

Das Umweltzeichen besteht aus zwei Stufen: einer Informations- bzw. Datenbereitstellungsstufe, dem "grünen i" und einer Vergleichs- und Bewertungsstufe.

Die Abstufung des Umweltzeichens läßt zum einen eine steigende Anzahl von Anträgen für neue Produktgruppen erwarten. Zum anderen ist durch die Aufforderung zur Mitarbeit und Übernahme auch technischer Arbeiten ein übermäßiger Mißbrauch dieses Antragsrechts nicht zu vermuten. Die Abstufung erlaubt bereits kleinen und mittleren Unternehmen ein Umweltzeichen im Rahmen ihrer technischen, fachlichen und finanziellen Möglichkeiten zu beantragen.

Ein generisches Produkt repräsentiert den aktuellen Mittelwert der am Markt befindlichen Handelsprodukte dieser Gruppe in technischer, ökologischer und ökonomischer Hinsicht. Es dient zum einen zum Vergleich der Handelsprodukte innerhalb der Produktgruppe mit dem Mittelwert der Gruppe (dem generischen Bauprodukt) und liefert zum anderen den Datensatz für die aus "generischen Produkten" zusammengesetzten Bauelemente des Planungsprozesses. Das generische Produkt ist der Informationsträger der Produktgruppe.

Die offene Struktur bei der Diskussion in den Produktgruppen-Foren und die indirekte Kontrolle durch verantwortliche Stellen, die auch später die rechtliche Verbindlichkeit garantieren, kann gewährleistet werden, daß ein so entwickeltes Verfahren aktuell ist und daß alle Beiträge zur Diskussion gehört und registriert wurden.

Das Produktgruppen-Forum ist Plattform für die in der inhaltlichen Auseinandersetzung vorgetragenen Standpunkte. Das Forum beinhaltet eine partizipative und lösungsorientierte Bearbeitung der möglicherweise unterschiedlichen Problemsichten auf die Produktgruppe bzw. die darin enthaltenen Produkte durch die beteiligten Kreise.

Die Trennung in wissenschaftlich-technisch beratenden Teil und rechtlich verbindlichen, administrativen Teil kann einen für Planer günstigen Informationsfluß sicherstellen, unter der gleichzeitigen Berücksichtigung eventueller Geheimhaltungsaspekte auf der Herstellerseite.

Der Gesamtzusammenhang zwischen Informationsbereitstellung zur Planung bzw. zur Vergabe und den Entscheidungen auf den unterschiedlichen Ebenen und der Informationsfluß zwischen diesen Ebenen ist in Abbildung 37 dargestellt.

Die im Produktgruppen-Forum erzeugten generischen Bauprodukte dienen als Grundlage für die Planungsentscheidung. Diese Daten sollten möglichst aktuell und korrekt sein. Dazu sollte eine Stelle gefunden werden, die diese Daten verwaltet und bei Bedarf aktualisiert.

In Zukunft muß die Entwicklung einer allgemein zugänglichen Datenbasis angestrebt werden, die Datensätze für alle definierten Bauproduktgruppen enthält und regelmäßig aktualisiert und gepflegt wird.

Die gleiche Stelle kann auch administrativ-technische Aufgaben, wie die Verwaltung des Masterservers und der nicht öffentlichen Produktdatenbank wahrnehmen.

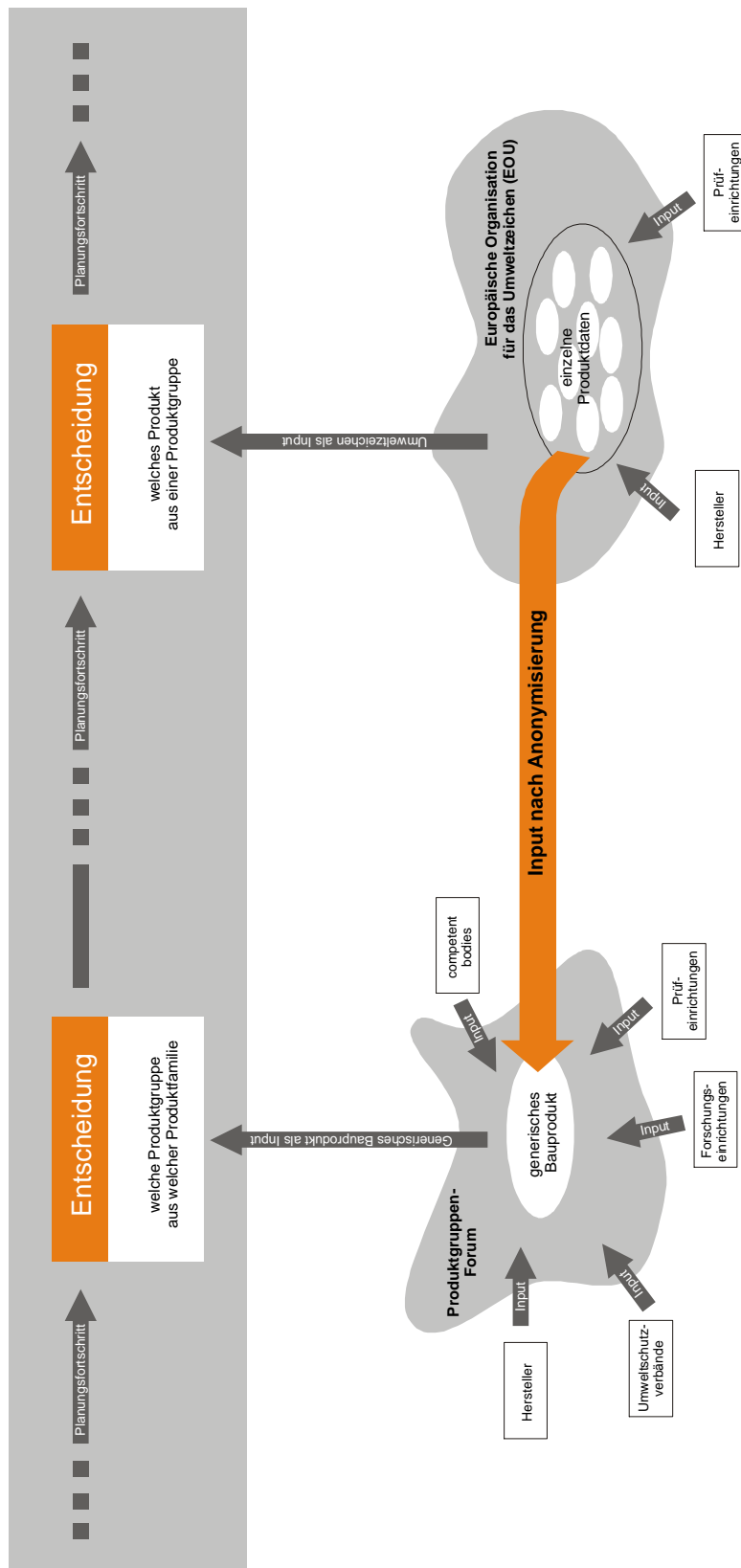


Abbildung 37 : Informationsfluß und Entscheidungen bei der Planung von Bauwerken und der Vergabe von Umweltzeichen.



## Literaturverzeichnis

- [AGLMB 1996] Ad-hoc-Arbeitsgruppe der Leitenden Ministerialbeamten der Länder: Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Bundesgesundheitsblatt 39, 422-426. 1996.
- [ALBRECHT 1997] Albrecht, Wolfgang: Anwendungsgebiete, Eigenschaften und Klassifizierung von „alternativen“ Wärmedämmstoffen., Bauphysik (19) 1997. Heft 4.
- [ArbStättVO 1975] Verordnung über Arbeitsstätten, ArbStättVO vom 20.03.1975 (BGBL I, 1975, Nr. 3, Seite 729-742).
- [AUB 2000] Arbeitsgemeinschaft Umweltverträgliches Bauprodukt e.V. (AUB), Kurzprofil, München
- [BAUCHEMIE 1992] Rudolf, Karsten: Bauchemie, Verlag C. F. Müller. Karlsruhe. 1992.
- [Baumann 1997] Baumann, B.: Ökologische Baustoffauswahl ist ökonomischer, Deutsche Bauzeitschrift 8/97 99-101. 1997.
- [BauPG 1992] Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates von 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Bauproduktengesetz - BauPG) vom 10. August 1992, BGBl. I S. 1495.
- [BDZ 1996] Bundesverband der Deutschen Zementindustrie (Hrsg.): Zahlen und Daten. 1996.
- [BIA 1996] Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA); Gefahrstoffe ermitteln und ersetzen. Eine Anleitung zur Gefahrstoffermittlung und Ersatzstoffsuche. BIA-Report 13/96, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Sankt Augustin 1996.
- [BIA 1997] Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA);Gefahrstoffliste 1997. BIA-Report 1/97, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften. Sankt Augustin 1997.
- [BMU 1992] Konzeption der Bundesregierung zur Verbesserung der Luftqualität in Innenräumen. Umweltpolitik. Eine Information des Bundesumweltministeriums. September 1992
- [BMVBW 2000] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Leitfaden zum Nachhaltigen Bauen. Veröffentlichung in Vorbereitung.
- [Borken 1999] Borken, J.; Patyk, A.; Reinhardt, G. A.: Basisdaten für ökologische Bilanzierungen. Einsatz von Nutzfahrzeugen in Transport, Landwirtschaft und Bergbau. Vieweg Verlag. Braunschweig / Wiesbaden. 1999.

- [BRU 1987] World commission on Environment and Development ("Brundtland Committee"). Our Common future. Oxford University Press. 1987.
- [Bruck 1996] Bruck, M. D•A•CH Bericht Österreich - Ökobilanz Ziegel. memo. 1996.
- [Bruck 1996a] Fachverband Stein- und keramische Industrie Österreichs (Hrsg.): Handbuch für ökologische Bilanzierung. Manfred Bruck, Christine Jasch und Peter Tuschl. Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreichs. Wien. Mai 1996.
- [BS+E 1997] Bundesverband Steine und Erden e.V. (Hrsg.): Baustoff-Ökobilanzen. Leitfaden zur Erstellung von Sachbilanzen in Betrieben der Steine-Erden-Industrie. Frankfurt am Main. 1997
- [BS+E 1999] Bundesverband Steine und Erden e.V. (Hrsg.): Baustoff-Ökobilanzen. Wirkungsabschätzung und Auswertung in der Steine-Erden-Industrie. Frankfurt am Main. 1997
- [BUI5 2000] Doherr, D.: Betriebliches Umweltinformationssystem, Handbuch BUIS 2.0, Steinbeisstiftung, Offenburg, 2000
- [BUWAL 1991] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Oekobilanz von Packstoffen Stand 1990. Schriftenreihe Umwelt Nr. 132. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 1991
- [BUWAL 1992] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Vergleichende ökologische Bewertung von Anstrichstoffen im Baubereich. Band 1: Methode. Schriftenreihe Umwelt Nr. 186, Umweltgefährdende Stoffe. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 1992.
- [BUWAL 1995] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.): Vergleichende ökologische Bewertung von Anstrichstoffen im Baubereich. Band 2: Daten. Schriftenreihe Umwelt Nr. 232, Umweltgefährdende Stoffe. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. 1995.
- [CEN 1991] Prüfverfahren für Holzwerkstoffe, Bundesgesundheitsblatt. 34, H 10, 1991, S. 488-89 CEN/TC 264 Air Quality Indoor Air Quality: Building products – Determination of VOC – Part 1: Emission test chamber method; Part 2: Emission test cell method
- [CHEMG 1994] Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG), BGBl. I, 1994, Nr. 47, S. 1703
- [CHEMV 1996] Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - ChemVerbotsV), BGBl. I, 1996, Nr. 39, S. 1151
- [CMA 1997] CMA: Dämmstoffe aus der heimischen Natur, Bonn. 1997.
- [DATA BAUM] Datenbank zur Umweltverträglichkeit von Baustoffen in ihrer Anwendung, Version 1.3: Transferstelle Ökologisch orientiertes Bauen, Dresden



- [DIBT 1998] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.): Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik - Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C. Ausgabe 98/1. 29. Jahrgang. Sonderheft Nr. 18. Berlin. März 1998.
- [Diedrichs 1998] Diedrichs, C.J.: Gebrauchen statt verbrauchen, Ökologische Bewertung von Baustoffen. Bauwirtschaft 1/98 22-26. 1998.
- [DIN 14040] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 14040. Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen. Beuth Verlag. Berlin. 1997.
- [DIN 14041] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 14041. Umweltmanagement - Ökobilanz - Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz. Beuth Verlag. Berlin. 1998.
- [DIN 14042] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 14042. Umweltmanagement - Ökobilanz - Wirkungsabschätzung. Beuth Verlag. Berlin. 2000.
- [DIN 14043] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 14043. Umweltmanagement - Ökobilanz - Auswertung. Beuth Verlag. Berlin. 2000.
- [DIN 18164] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 18164. Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen. Beuth Verlag. Berlin.
- [DIN 18165] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 18165. Faserdämmstoffe für das Bauwesen. Beuth Verlag. Berlin.
- [DIN 33926] Deutsches Institut für Normung (Hrsg.): DIN 33926. Produktbezogene Ökobilanzen. Standardberichtsbogen. Beuth Verlag. Berlin. Entwurf Februar 1996.
- [DPU 1996] Deutsche Projekt Union GmbH (DPU) (Hrsg.): Öko-Dumping auf dem Vormarsch? Verwertungs- und Beseitigungswege von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen und überwachungsbedürftigen Reststoffen aus Deutschland. Deutsche Projekt Union GmbH (DPU). Essen. 1996.
- [ECA 10 1994] Sampling strategies for volatile organic compounds (VOCs) in indoor air. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 10, EUR 160051, Brüssel 1994
- [ECA 11 1992] Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 11, EUR 14449 EN, Brüssel 1992
- [ECA 12 1993] Biological Particles in Indoor Environments. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 12, EUR 14998 EN, Brüssel 1993
- [ECA 15 1995] Radon in indoor air. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 15, EUR 16123 EN, Brüssel 1995

- [ECA 16 1997] Determination of VOCs emitted from indoor materials and products. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 16. EUR 16284 EN, Brüssel 1997
- [ECA 17 1996] Indoor Air Quality and the Use of Energy in Buildings. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 17, EUR 16367 EN Brüssel 1996
- [ECA 18 1997] Evaluation of VOC Emissions from Building Products. Solid Flooring Materials. European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 18, EUR 173334 EN, Brüssel 1997
- [ECA 19 1998] European Concerted Action Indoor Air Quality & its Impact on Man, Report No 19, Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations, Brüssel 1998
- [ECOBILAN 1993] Ministry Of Environment In France (Hrsg.): European Ecolabel For Paints And Varnishes. Paris. 1993.
- [ECOINDICATOR 1999] Goedkoop, M. und Spriensma, R.: The Eco-indicator99 - A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report. second edition. 17. April 2000. Product ecology consultants (pre). Amersfoort. 2000.
- [ECOPRO 1996] Institut für Industrielle Bauproduktion (Hrsg.): ECOPRO-Manual. Karlsruhe. 1996.
- [Eden 1996] Ökobilanz für den Baustoff Kalksandstein und Kalksandstein-Wandkonstruktionen. Eden, W.; Kaczmarek, T.; Meyer, G.; Waltermann, G.; Zapf, H.; AGIMUS Umweltberatungsgesellschaft. Unter Mitarbeit von Steiger, P. ETH Zürich. Im Auftrag des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie, 1996.
- [Eicke 1998] Eicke-Henning, Werner: Neue Dämmstoffe - (k)eine Alternative ? Der Architekt 1/98 54-59.
- [EMAS 1993] EMAS, Eco-Management and Audit Scheme, Council Regulation 1836/93. Adopted by the European Council on 29th of June 1993.
- [ENQ 1999] Hassler, U.; Kohler, N.; Paschen, H. (Hrsg.): Stoffströme und Kosten in den Bereichen Bauen und Wohnen. Bericht der Enquete Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt" des 13. Deutschen Bundestages. Springer Verlag. 1999.
- [EPIC 1993] European Product Information Co-operation (Hrsg.): Construction Product Grouping - Working group report. EPIC/28. Mai 1993.
- [Epinatjeff 1996] Epinatjeff, P.: Ökologische Verwendung von Baustoffen, Deutsche Bauzeitschrift 10/96 141-144
- [ESU 1994] ETH Zürich Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt (ESU) (Hrsg.): Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen in Ökobilanzen der Schweiz., 2. Auflage, 1994

- [ESU 1996] ETH Zürich Gruppe Energie-Stoffe-Umwelt (ESU) (Hrsg.): Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen in Ökobilanzen der Schweiz., 3. Auflage, 1996, CDROM.
- [ETHZ 1999] Eidgenössische Technische Hochschule (Hrsg.): Ökologische Bewertung von Gebäuden zwischen Forschung und Praxis. Begleitende Unterlagen zum 11. Diskussionsforum Ökobilanzen vom 1. November 1999 an der ETH Zürich (GEP-Pavillon). Eidgenössische Technische Hochschule, Laboratorium für Technische Chemie, Gruppe Sicherheit und Umweltschutz. Zürich. 1999.
- [EWG 1988] Rat der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.): Richtlinie 89/106/EWG des Rates von 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. 40 S. 12, 1988.
- [EWG 1992] Rat der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.): Verordnung (EWG) Nr. 880/92 des Rates vom 23. März 1992 betreffend ein gemeinschaftliches System zur Vergabe eines Umweltzeichens, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 99 S. 1, 11. April 1992.
- [EWG 1994] European Commission, DG III: Mandate to CEN/CENELEC, Concerning the execution of standardisation work on construction products intended to be used for foundations and retaining walls, 1994.
- [EWG 1997] Vorschlag für eine Verordnung (EG) des Rates zur Revision des gemeinschaftlichen Systems zur Vergabe eines Umweltzeichens. Dokument 596PC0603.  
[http://europa.eu.int/eur-lex/de/com/dat/1996/de\\_596PC0603.html](http://europa.eu.int/eur-lex/de/com/dat/1996/de_596PC0603.html)
- [FAL 1999] Landbauforschung Völkenrode (versch. Autoren): „Möglichkeiten und Chancen von heimischen nachwachsenden Rohstoffen zur Nutzung als Dämm-Material“; Wissenschaftliche Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Inst. für landwirtschaftliche Bauforschung und Inst. für Betriebswirtschaft, Agrarstruktur und ländliche Räume der FAL, Sonderheft 203, 272 Seiten, Braunschweig 1999.
- [Fischer 1999] Fischer, M. Gesundheitsingenieur 1999,5 S.246
- [GABI 1996] GaBi 2.0. Software und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung, IKP, Universität Stuttgart und PE Product Engineering GmbH. Dettingen/Teck. 1996
- [GEFA 1995] Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft (Hrsg.): Gefahrstoffe beim Bauen Renovieren und Reinigen. Frankfurt/Main. 1995.
- [Gefahrstofftage 1999] Kluger, N. Informationsübermittlung im Gefahrstoffbereich 15. Münchner Gefahrstofftage, verlag moderne industrie, Landsberg/Lech, 1999

- [GefStoffV 1993] Verordnung zur Novellierung der Gefahrstoffverordnung, zur Aufhebung der Gefährlichkeitsmerkmaleverordnung und zur Änderung der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz vom 26. Oktober 1993. BGBl. I, 1993, Nr. 57, S. 1782-1810.
- [GefStoffV 1999] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. Oktober 1993. 1993: BGBl. I S. 1782, BGBl. I S. 1870, 1994: BGBl. I S. 1416, BGBl. I S. 1689, BGBl. I S. 2557, 1996: BGBl. I S. 818, BGBl. I S. 1502, 1997: BGBl. I S. 313, BGBl. I S. 783, 1998: BGBl. I S. 1286, 3956, 1999: BGBl. I S. 50.
- [Geiger 1994] Geiger, B.: Struktur und Analyse des Energieverbrauchs im Kleinverbrauch der BRD und DDR als Ausgangsbasis für die Verbrauchsentwicklung in den alten und neuen Bundesländern. Forschungszentrum Jülich, (IKARUS-Instrumente für Klimagas-Reduktionsstrategien: Teilprojekt 5: Haushalte und Kleinverbraucher; 5-03), Jülich, 1994.
- [GEMIS 1998] Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS). Fritsche, U.; Rausch, L.; Öko-Institut e.V. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit. 1987-1999.
- [GISBAU 1999] Praxisleitfaden Gefahrstoffe (Entwurf), Gefahrstoffinformationssystem der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft (GISBAU), Frankfurt/M, 1999
- [Göhler 1996] Göhler, S.: Ökologische Baustoffe, Lübeck. 1996.
- [Greim 1992] Greim, H und Mücke, W.: Gefahrstoffe – Situation, neue Ansätze. Handbuch des Umweltschutzes, Abschn. II-1.1.3, ECOMED Verlag. 1992.
- [Grieshammer 1995] Grieshammer, R.; Buchert, M.; Bunke, D.; Stoffstrommanagement am Beispiel des Baubereiches. Eigenprojekt des Öko-Institutes e.V., Freiburg/Darmstadt. 1995.
- [Härdtl 1997] Härdtl, Reiner: Heidelberger Zement. Vortragsmanuskript. 1997.
- [Härig 1994] Härig, Siegfried; Günther, Karl und Klausen, Dietmar: Technologie der Baustoffe. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe. 1994.
- [Hebel 1996] Ökologie und Ökonomie mit Hebel Porenbeton. Ökobilanz für das Hebel Haus „Terra 108“. Hebel AG. Alzenau, 1996.
- [Henning 1997] Henning, Otto und Knöfel, Dietbert: Baustoffchemie. Verlag für Bauwesen. Berlin. 1997.
- [Hohberg 1995] Hohberg, Inga und Schießl, P.: Umweltverträglichkeit von zementgebundenen Baustoffen – Untersuchungen zum Auslaugverhalten. Institut für Betonforschung. RWTH Aachen. Abschlußbericht F414. IRB Verlag. Stuttgart. 1995.
- [IEA 1999] International Energy Agency: IEA Annex 31, "Energy Related Environmental Impact of Buildings".  
<http://www.uni-weimar.de/SCC/PRO/SOUR/pubwork.html>

- [IRK 1996] Innenraumlufthygiene-Kommission; Richtwerte für die Innenraumluft: Basisschema. Bundesgesundheitsblatt 1996, Heft 11, S. 422 - 426
- [ISO 14024] ISO 14024. Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltbezogene Kennzeichnung vom Typ I - Grundlagen und Verfahren. Ausgabe:1999-04.
- [ISO/TR 14025] ISO/TR 14025 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen - Umweltdeklaration Typ III. Ausgabe 2000-03.
- [Jeske 1996] Jeske, Udo und Möller, Rolf: PVC-Recycling – Ein Beitrag zur Ressourcenschonung und Umweltschutz? In: Bechmann, Gotthard (Hrsg.): Praxisfelder der Technikfolgenforschung – Konzepte, Methoden, Optionen. Campus Verlag. Frankfurt. 1996.
- [Kaltschmitt 1997] Kaltschmitt, M., Reinhardt, G.: Nachwachsende Energieträger. Braunschweig. Wiesbaden. 1997.
- [KOBEEK 1996] Kohler, N. et al.: Schlußbericht des Projektes –KOBEEK: Kombinierte Berechnungsmethode für Baukosten, Energiebedarf und Umweltbelastung. Karlsruhe/Weimar/Zürich. 1996.
- [Kohler 1992] Kohler, N. und Lützkendorf, Th.: Handbuch zur Erstellung von Energie- und Schadstoffbilanzen von Gebäuden. Bundesamt für Energiewirtschaft. Bern. 1992.
- [Kohler 1996] Kohler, N. und Klingele, M.: Simulation von Energie- und Stoffflüssen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer. International Symposium of the CIB. Wien. 1996.
- [Kohlmetz 1994] KOHLMETZ, S., OSTERMEIER, U., ROUVEL, R. (1994): Endenergiebedarf der privaten Haushalte für Raumheizung und Warmwasserbereitung in der Bundesrepublik Deutschland – IKARUS – Ein Entwicklungsvorhaben des Forschungszentrums Jülich im Auftrag des Bundesministers für Forschung und Technologie, Bericht Nr. 5/28
- [Konrad 1994] Konrad, W. und Jorde, T.: Abfalleinsatz in der Zementindustrie. Eine kritische Betrachtung der ökologischen Auswirkungen. Hrsg.: Österreichisches Ökologie-Institut. 1994.
- [Krause 1991] Krause, C. et al. Umweltsurvey Band IIIc: Wohn-Innenraumluft, Berlin 1991
- [Kreissig 1998] Kreissig, J.; Baitz, M.; Betz, M; Straub, W.: Ganzheitliche Bilanzierung von Fenstern und Fassaden. Im Rahmen des Verbundprojekts: Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden. Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP). Verband der Fenster – und Fassadenhersteller e.V. (Hrsg.). Frankfurt 1998.

- [Kreissig 1999] Kreissig, J.; Baitz, M.; Betz, M.; Schöch, H.; Eyerer, P.; Kümmel, J.; Reinhardt, H.-W.: Abschlußbericht zu Forschungsprojekt Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden, Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP) und Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB) der Universität Stuttgart, 1999.
- [Kühling 1994] Kühling, W.; Peters, H.: Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen. Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge. UVPspezial Heft 10. Dortmunder Vertrieb für Bau und Planungsliteratur. Dortmund. 1994.
- [Kümmerer 1992] Kümmerer, K. und Bunke, D.: Sekundärstoffe in Bauindustrie und Baugewerbe. Öko-Institut e.V., Freiburg, S. 55–107. 1992.
- [Kümmerer 1994] Bunke, D.; Kümmerer, K.; Führ, M.; Gebers, B.; Gensch, C.-O.; Lehn, H.: Grundwasserschutz und Wasserversorgung - Teiluntersuchung Bauindustrie und Baugewerbe. Studie im Auftrag des Deutschen Bundestages. Öko-Institut e.V., Freiburg 1994.
- [LACKVERBAND 1996] Verband der Lackindustrie e.V., Frankfurt, persönliche Information. 1996.
- [LEGOE 1999] Umweltorientierte Planungsinstrumente für den Lebenszyklus von Gebäuden (LEGOE). Abschlußbericht über ein Forschungsprojekt gefördert unter dem Az: 11238 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt. Verlag Edition Aum. Dachau. August 1999.
- [Linden 1998] Linden, W.: Prüfung von Baustoffen auf ihre ökologisch-technischen Eigenschaften, bauzeitung 3/98 26-29.
- [Marquard 1994] Marquard, Hans und Schäfer, Siegfried G. (Hrsg.): Lehrbuch der Toxikologie. BI Wissenschaftsverlag. Mannheim. 1994.
- [Molhave 1986] Molhave, L.: Indoor Air Quality in Relation to Sensory Irritation Due to Volatile Organic Compounds ASHERA Transactions, 92(1) 1-12, 1986
- [Molhave 1991] Molhave, L.: Volatile organic compounds, indoor air quality and health, Indoor Air 1.P.357-376, 1991
- [Molhave 1997] Molhave, L.; Clausen, G.; Berglund, B.; De Cearriz, J.; Kettrup, A.; Lindvall, T.; Maroni, A.; Pickering, C.; Risse, U.; Tothweiler, H.; Seifert, B.; Yonnes, M.: Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations, Indoor Air 7, 225-240 (1997)
- [NABAU 1999] Leitfaden zur Beurteilung von Bauprodukten unter Gesundheitsaspekten, Normenausschuß Bauwesen (NABau), Koordinierungsausschuß KOA 03 „Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz“, Berlin, Stand Mai 1999, unveröffentlicht.
- [NAGUS 1996] DIN/NAGUS: Nationales Positionspapier zu DIN ISO 14 042, Wirkungsabschätzung und Bewertung. 1996.

- [OGIP 1996] Kohler, N. et al.: Schlußbericht des Projektes -OGIP: Optimierung von Energiebedarf, Baukosten und Umweltbelastung in der Integralen Planung. Bundesamt für Energiewirtschaft und Amt für Bundesbauten. Karlsruhe/Weimar/Zürich. 1996.
- [ÖKO 1998] Öko-Institut e.V.; Stoffflußbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung. Endbericht und Anlagenband. Erscheint in der Reihe "Texte des Umweltbundesamtes".
- [ÖKO-NRW 1995] ÖKO-ZENTRU-NRW. Deklarationsraster für Bauproduktgruppen, Hamm, 1995
- [ÖKOINV 1995] Baustoffdaten - Ökoinventare. Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe (TH); Lehrstuhl Bauklimatik und Bauökologie, Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar; Institut für Energietechnik, ETH Zürich; Markus Holliger, Holliger Energie Bern. 1995.
- [Ökohaushaus 2000] Gute Zeichen, schlechte Zeichen. Gütesiegel für Bauprodukte. In Öko-Haus, Heft 1, Dezember 1999 - Februar 2000.
- [PCPRL 1996] PCP-Richtlinie, Okt. 1996, Mitt. DIBt 1/1997, S 6-16. PCB-Richtlinie, Sept. 1994, Mitt. DIBt 2/1995, S. 50-59
- [Quack 1998] Quack, D.; Ökobilanzen von Wohngebäuden. Ein Fallbeispiel: Vergleich von sechs Doppelhäusern unterschiedlicher Ausführung. Dissertation an der RWTH Aachen. April 1998.
- [RAL 1997] RAL; Umweltzeichen. Produktanforderungen, Zeichenanwender und Produkte. Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL), Sankt Augustin. 1997.
- [Ranft 1996] Ranft, F.: Baustoffauswahl nach ökologischen Gesichtspunkten, Deutsche Bauzeitschrift 10/96 131-136.
- [Römpf 1995] CD Römpf Chemie Lexikon – Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995.
- [Rühl 1998] Rühl, R. und Kluger: Handbuch der Bauchemikalien. Ecomed Verlag, Landsberg am Lech, Lose-Blattsammlung mit Ergänzungslieferung. 1998.
- [Schmitz 1998] Schmitz-Günther, T.: Öko-Test Dämmstoffe, Ökohaushaus 1/98.
- [SCHOLZ 1999] Scholz, W. et.al.: Baustoffkenntnis, Werner Verlag, 14. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Düsseldorf, 1999
- [Schriever 1991] Schriever, Eckard; Marutzky, Rainer: Geruchs- und Schadstoffbelastung durch Baustoffe in Innenräumen (Literaturstudie). WKI-Bericht Nr. 24. Braunschweig. 1991.
- [Sedlbauer 1998] Sedlbauer, K. und Wöhrle, G.: Ökobilanzierung von Bauprodukten, ohne Nutzungsphase nutzlos?. In: Bauphysik, Jahrgang 20, Heft 6, S. 209 ff. 1998.

- [Seifert 1990] Seifert, Bernd: „Regulating Indoor Air“; Proceedings of the 5<sup>th</sup> International conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto. Vol. 5 p. 35-49. 1990.
- [Seifert 1992] Seifert, Bernd in: Handbuch Umweltmedizin, Hrsg. Wichmann, Schlipköter, Fülgraff. 1992.
- [Seifert 1995] Seifert, Bernd: „Zahlenraum statt Grenzwert“ Umweltmagazin 1995
- [Seifert 1999] Seifert, Bernd: Richtwerte für die Innenraumluft, Bundesgesundheitsblatt 42, 270-278 (1999)
- [SETAC 1993] Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) (Hrsg.): Guidelines for Life-Cycle Assessment: A "Code of Practice". 1993.
- [SIA 1995] Steiger, P.: Hochbaukonstruktionen unter ökologischen Gesichtspunkten, SIA Dokumentation 0123. 1995.
- [SIA 1997] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA (Hrsg.): Dokumentation D 093, Deklaration ökologischer Merkmale von Bauprodukten. Ausgabe 1997.
- [SIA 1998] Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein SIA (Hrsg.): Instrumente für ökologisches Bauen im Vergleich. Dokumentation D 0152. Zürich. 1998.
- [SRU 1987] Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg.): Umweltgutachten 1987, W. Kohlhammer, Stuttgart. 1987.
- [SRU 1996] Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (Hrsg.): Umweltgutachten 1996 zur Umsetzung einer dauerhaft-umweltgerechten Entwicklung, Metzler-Poesche, Stuttgart. 1996.
- [SZFF 1996] Richter, K., Künniger, T., Brunner, K.: Ökologische Bewertung von Fensterkonstruktionen verschiedener Rahmenmaterialien (ohne Verglasung), Schweizerische Zentralstelle für Fenster und Fassadenbau SZFF (Hrsg.), Dietikon, 1996
- [THERM 1995] Thermal insulatin Produkts, dk-Teknik, Vorschlag zur Vergabe eines europäischen Umweltzeichens, Soborg. 1995.
- [TRGS 440] BMA (Bundesministerium für Arbeit)(Hrsg.): Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 440; Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz; Vorgehensweise (Ermittlungspflichten). Bekanntmachung des BMA vom 3.9.1996. IIIb4-35125-5. In: Bundesarbeitsblatt Heft 109. W. Kohlhammer, S. 88 - 127. 1996.
- [TRGS 905] TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Juni 1994 BArbBl. (1995) Nr. 10, S. 46-51
- [TRGS 906] TRGS 906 „Begründung zur Bewertung von Stoffen der TRGS 905“ BArbBl. (1995) Nr. 10, S. 46-51



- [UBA 1994] Umweltbundesamt (Hrsg.): Untersuchungen zur Innenraumbelastung durch faserförmige Feinstäube aus eingebauten Mineralwolle- Erzeugnissen. UBA Texte 30/94. Berlin. 1994.
- [UBA 1996] Umweltbundesamt (Hrsg.): Das Europäische Umweltzeichen. UBA Texte 62/96. Berlin. August 1996.
- [UBA 1998] Umweltbundesamt (Hrsg.): Produktökobilanzen und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Baubereich. Wittassek, Ruth; Rudolph, Alexander; Grahl; Birgit; Linden; Wolfgang; Hofman; Martin; Kirchner; Doris; Lenk; Claudia. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Texte 69/98 (Band 1) und Texte 70/98 (Band 2). Berlin 1998.
- [UBA 1999] Schmitz, S.; Paulini, I.; Bewertung in Ökobilanzen. Methode des Umweltbundesamtes zur Normierung von Wirkungsindikatoren, Ordnung (Rangbildung) von Wirkungskategorien und zur Auswertung nach ISO 14042 und 14043, Version '99. Reihe UBA-Texte, Band 92/99, Umweltbundesamt Berlin 1999.
- [UMWEL 1995] Umweltinstitut München: Wärmedämmstoffe im Vergleich. 5. Auflage. München. 1995/96.
- [VDI 3457] Verein Deutscher Ingenieure: Richtlinie VDI 3457.
- [VDZ 1998] Verein Deutscher Zementwerke, Forschungsinstitut der Zementindustrie. persönliche Mitteilung. 1998.
- [WÄRMESCHUTZ 1997] Institut für Wärmeschutz, Wärmedämmstoffe im Vergleich, München, 1997
- [Weibel 1995] Weibel, T.; Stritz, A.; Ökoinventare und Wirkungsbilanzen von Baumaterialien. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Hochbaukonstruktionen. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 1995
- [WINGIS 1997] PC-Programm für Betriebe zur Bereitstellung von Daten des Gefahrstoffinformationssystems der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft, GISBAU. Version 1.80, BC Verlags- und Mediengesellschaft. Wiesbaden. 1997.
- [Witten 1997] Witten, J.; Sagunski, H.; Wildeboer, B.; Richtwerte für die Innenraumluft: Dichlormethan. Bundesgesundheitsblatt 1997, Heft 8, S. 278 - 284.
- [WWF 2000] Seminar "Labels für Bauprodukte". Veranstaltet durch WWF, EMPA und SIB am 14. März 2000 an der ETH Zürich.
- [YTONG 1996] Ökobilanz für typische YTONG-Produktanwendungen. Ankele, K. und M. Steinfelt. Berlin, Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung GmbH, 1996.
- [Zellweger 1995] Zellweger, C.; Hill, M.; Gehrig, R.; Hofer, P.; Schadstoffemissionsverhalten von Baustoffen. Methodik und Resultate. Bundesamt für Energiewirtschaft. Schweiz. 1995



## **Anhang A Datengrundlagen für die Ökobilanzierung von Baustoffen**

Im folgenden Anhang werden verschiedene Studien und EDV-Programme vorgestellt, die als Datengrundlage für die Bilanzierung von Bauprodukten dienen können. Der Anhang ist in zwei Abschnitte unterteilt.

1. Datenbasen für Baustoffdaten und
2. Anwendungen (EDV-Programme)

Im ersten Abschnitt werden Datenbasen vorgestellt, die Ökobilanzdaten zu einzelnen Baustoffen enthalten. Der Aggregationsgrad der Daten ist dabei unterschiedlich. Teilweise stehen Sachbilanzdaten zur Verfügung, teilweise nur aggregierte Wirkungsbilanzdaten ausgewählter Wirkungskategorien.

Im zweiten Abschnitt werden anwendungsorientierte EDV-Programme beschrieben, die die Bilanzierung von einzelnen Bauelementen bzw. ganzen Bauwerken ermöglichen. Als Datenbasis für diese Programme dienen weitgehend die im ersten Abschnitt vorgestellten Quellen. Diese werden zumeist noch ergänzt durch zusätzliche spezifische Daten und bauwerksspezifische Funktionen.

Zusammenfassend kann darauf hingewiesen werden, daß in der Literatur für eine ganze Reihe gängiger Bauprodukten Ökobilanzdaten zur Verfügung stehen. Es handelt sich dabei in der Regel um Durchschnittsprodukte bzw. generische Produkte, die keinen Rückschluß auf konkrete Handelsprodukte zulassen. Die jeweilige Datenqualität ist unterschiedlich, ebenso der Erhebungszeitraum der Daten. Die meisten der vorgestellten Datenbasen wurden in einem einmaligen Projekt erarbeitet, ohne daß eine regelmäßige Aktualisierung vorgesehen wäre. In Zukunft sollte die Entwicklung einer allgemein zugänglichen Datenbasis angestrebt werden, die alle aktuell verfügbaren Daten enthält und regelmäßig aktualisiert und gepflegt wird.

Zusätzlich zu den hier aufgeführten Datenquellen und EDV-Programmen existieren eine ganze Reihe anderer Instrumente für die umweltorientierte Bauplanung. Es handelt sich dabei allerdings um sehr unterschiedliche Instrumente, die in den verschiedenen Phasen der Planung eingesetzt werden und nicht in allen Fällen auf Ökobilanzdaten basieren. Eine Übersicht über diese Instrumente findet sich in [SIA 1998]. Weitere Bewertungsinstrumente, die speziell auf Gebäude angewendet werden können, sind außerdem in [ETHZ 1999] dargestellt.

## A.1 Datenbasen für Baustoffdaten

### A.1.1 Datenbasis Baustoffdaten - Ökoinventare

Kriterium	
Quelle	[ÖKOINV 1995]
Zugänglichkeit	Veröffentlicht. Frei zugänglich. Bezugsadresse: ifib Karlsruhe.
Datenherkunft	Herstellungsprozesse: Aktuelle Literaturangaben, Stoff- und Energiebilanzen sowie Produktinformationen der entsprechenden Hersteller. Vorketten, Energiebereitstellung: [ESU 1994]
Aggregationsgrad	Sach- und Wirkungsbilanzdaten sind verfügbar. Außerdem stehen die Input- und Outputdaten zu den Materialflüssen der Herstellungsprozesse zur Verfügung, so daß eigene Berechnungen mit anderen Energiemixen oder Vorketten durchgeführt werden können.
Stand	Je nach Baustoff unterschiedlich. Meist Daten von 1994.
Systemgrenzen	Herstellung der Baustoffe mit Vorketten. "Cradle to gate".
Räumlicher Bezug	Zum Teil Schweiz (Erhebung ETH Zürich); Stromnetz: Schweiz Zum Teil Deutschland (Erhebung HAB Weimar); Stromnetz: UCPT-E-Mix <sup>44</sup>
Datenqualität	Je nach Baustoff unterschiedlich. Von ungenügend bis gut, wobei der überwiegende Anteil insbesondere der Datenmodule von in Deutschland hergestellten Baustoffen gut ist.
Dokumentation der Daten	Ausführliche Beschreibung der Datenmodule
Berücksichtigte Baustoffe	Vielzahl von Baustoffen, Einzelverzeichnis siehe Referenz
Lücken	In der Veröffentlichung wurden folgende Lücken thematisiert:  Klebstoffe, Fugendichtungen und Kitte, Tapeten, Bodenbeläge, Fliesen / Fußbodenplatten, Gipskartonplatten, Sanitärporzellan
Besonderheiten	Bei nachwachsenden Rohstoffen (Holz, Schilf, Stroh) wird der Entzug von CO <sub>2</sub> aus der Atmosphäre durch den Wachstumsprozeß berücksichtigt. Da die Entsorgung der Baustoffe nicht einbezogen ist (siehe Systemgrenzen), kann es z.B. für Holzprodukte zu negativen CO <sub>2</sub> -Emissionen kommen.  Für die Entsorgung bestehen separate Datensätze (z.B. "Holz in KVA").
Pflege der Datenbasis	Einmaliges Projekt. Keine regelmäßige Aktualisierung.

<sup>44</sup> Stromnetz der westeuropäischen Union für die Koordinierung der Erzeugung und den Transport elektrischer Energie, der „union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité“.

### A.1.2 Datenbasis ECOINVENT

Kriterium	
<b>Quelle</b>	[ESU 1996]
<b>Zugänglichkeit</b>	Veröffentlicht. Frei zugänglich. Bezugsadresse: ENET, Administration und Vertrieb, Postfach 130, CH-3000 Bern 16.
<b>Datenherkunft</b>	Literaturdaten
<b>Aggregationsgrad</b>	Sachbilanzdaten. Außerdem stehen die Input- und Outputdaten zu den Materialflüssen der Herstellungsprozesse zur Verfügung, so daß eigene Berechnungen mit anderen Energimixen oder Vorketten durchgeführt werden können.
<b>Stand</b>	Je nach Baustoff unterschiedlich, das Spektrum reicht im allgemeinen von Mitte der 80er bis Anfang der 90er Jahre.
<b>Systemgrenzen</b>	Von der Entnahme der Rohstoffe bis zum hergestellten Baustoff. Daten zu Entsorgungsprozessen und zur Energiebereitstellung sind ebenfalls vorhanden und können separat angefügt werden.
<b>Räumlicher Bezug</b>	Als Bilanzgebiet für die Baustoffe wird meist Deutschland gewählt, um westeuropäische Verhältnisse zu repräsentieren. Es sind zu den einzelnen Baustoffen aber Daten sowohl auf Basis des Schweizer als auch dem UCPT-Strömmix vorhanden.
<b>Datenqualität</b>	Da der Schwerpunkt dieser Datenbasis die Energiebereitstellung ist, handelt es sich bei den meisten Modulen zu Baustoffen nur um orientierende Bilanzen mit eher mittlerer bis schlechter Qualität.
<b>Dokumentation der Daten</b>	Ausführliche Beschreibung der Datenmodule.
<b>Berücksichtigte Baustoffe</b>	Vielzahl von Produktgruppen, u.a. Alkydharzlack, Gips, Kies, Wellpappen, Zement
<b>Lücken</b>	
<b>Besonderheiten</b>	Zielrichtung dieser Datenbasis ist die Energiebereitstellung. Baustoffe werden ebenso wie andere Basismaterialien nur im Rahmen der Infrastrukturleistung (capital equipment) eher orientierend berücksichtigt.
<b>Pflege der Datenbasis</b>	Die Datenbasis wird in unregelmäßigen Abständen überarbeitet. Bei der aktuellen Ausgabe handelt es sich um die dritte Auflage.

### A.1.3 Datenbasis GEMIS

Kriterium	
Quelle	[GEMIS 1998]
Zugänglichkeit	GEMIS ist als public domain Software kostenlos erhältlich. Internetadresse: <a href="http://www.oeko.de/service/gemis/">http://www.oeko.de/service/gemis/</a>
Datenherkunft	Es handelt sich zumeist um aktuelle Literaturdaten, zum Teil auch um eigene Erhebungen. Zur Verfügung stehen u.a. Daten zu Herstellungsprozessen von Baustoffen, deren Vorketten und zur Energiebereitstellung.
Aggregationsgrad	Es stehen Sachbilanzdaten zu Luftschadstoffen, d.h. zumeist treibhausrelevanten (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> etc.) sowie versauerungsrelevanten (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> etc.) Emissionen zur Verfügung. Daneben werden Sachbilanzdaten zu Abwasseremissionen (BSB5, CSB etc.) und Abfällen (Asche, REA-Reststoff etc. ) ausgegeben. Brennstoffbilanz und Ressourcenbilanz (KEA etc.) erweitern das Spektrum.  An Wirkungsbilanzdaten sind die CO <sub>2</sub> -Äquivalente und die SO <sub>2</sub> -Äquivalente verfügbar.
Stand	Unterschiedlich je nach Baustoff, zumeist Anfang / Mitte 90er Jahre. Die Datenbasis wird laufend aktualisiert.
Systemgrenzen	Im Rahmen der zur Verfügung stehenden Prozeßmodule lassen sich die Systemgrenzen frei definieren. Da aber nur in geringem Umfang Daten zu Entsorgungsprozesse vorhanden sind, werden die Systemgrenzen sinnvollerweise bei der Herstellung der Baustoffe mit Vorketten gezogen, d.h. "Cradle to gate". Heizungsprozesse hingegen könnten problemlos einbezogen werden (z.B. bei der Betrachtung von Bauwerken).
Räumlicher Bezug	Die Daten beziehen sich auf einzelne Länder meist Westeuropas. Ein Großteil bezieht sich auf Deutschland.
Datenqualität	
Dokumentation der Daten	Zum Teil Beschreibung der Prozesse zum Teil nur Verweis auf entsprechende Literaturquellen, wo sich diese nachlesen läßt.
Berücksichtigte Baustoffe	Vielzahl von Bauprodukten, u.a. Kies, Sand, Holz, Kupfer, Einzelaufstellung siehe Referenz
Lücken	
Besonderheiten	Der Schwerpunkt von GEMIS ist der Vergleich der Schadstoffemissionen verschiedener Energiesysteme, sowie Verbrauch und Emission auf jeder Stufe der Energiegewinnung.
Pflege der Datenbasis	Die Datenbasis wurde 1987-1989 entwickelt und seitdem kontinuierlich fortentwickelt und aktualisiert.

#### A.1.4 Datenbasis Steine+Erden-Industrie

Kriterium	
<b>Quelle</b>	Baustoff-Ökobilanzen. Wirkungsabschätzung und Auswertung in der Steine- und Erden-Industrie. Bundesverband Steine+Erden e.V. 1999
<b>Zugänglichkeit</b>	Veröffentlicht. Frei zugänglich.
<b>Datenherkunft</b>	Die prozeßspezifischen Daten wurden innerhalb des Projekts "Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden" <sup>45</sup> erarbeitet. Es handelt sich um entsprechende Daten der Hersteller. Allgemeine Prozesse wie Transporte, Bereitstellung von Energieträgern und Strom werden durch allgemeine Basismodule abgedeckt.
<b>Aggregationsgrad</b>	Es handelt sich um aggregierte Daten der Wirkungskategorien Treibhauspotential, Ozonabbaupotential, Versauerungspotential, Eutrophierungspotential, Phooxidantienbildungspotential und nicht erneuerbare Primärenergie.
<b>Stand</b>	Je nach Modul unterschiedlich, zwischen 1993 (Kalksandstein) und 1998 (Leichtbeton mit Zuschlag Beton)
<b>Systemgrenzen</b>	Die Daten decken die Prozesse von der Rohstoffentnahme bis zum fertigen Produkt ab ("Cradle to Gate").
<b>Räumlicher Bezug</b>	Deutschland
<b>Datenqualität</b>	Repräsentative Durchschnittswerte für Deutschland
<b>Dokumentation der Daten</b>	Neben einer allgemeinen Beschreibung der Vorgehensweise zur Erstellung einer Wirkungsabschätzung und Auswertung in der Steine- und Erden-Industrie enthält die Studie zu jedem Modul eine Kurzbeschreibung zu Bilanzobjekt, Bezugseinheit, Systemgrenzen und Bezugsjahr.
<b>Berücksichtigte Baustoffe</b>	Gips, Kalk, Zement, Sand und Kies, Transportbeton, Werkfrischmörtel, Leichtbeton mit Zuschlag Bims, Leichtbeton mit Zuschlag Blähton, Porenbeton, Kalksandstein, Ziegel.
<b>Lücken</b>	
<b>Besonderheiten</b>	Eine ausführliche Darstellung mit weiteren Modulen anderer Baustoffe wird der Veröffentlichung des Abschlußberichts des Projekts "Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden" zu entnehmen sein.
<b>Pflege der Datenbasis</b>	

<sup>45</sup> Das Projekt „Ganzheitliche Bilanzierung von Baustoffen und Gebäuden“ wurde durchgeführt vom Institut für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP), Stuttgart und dem Institut für Werkstoffe im Bauwesen (IWB), Stuttgart.

### A.1.5 Datenbasis APME zu Polymer-Dispersionen

Kriterium	
<b>Quelle</b>	APME. Eco-Profiles of Production Systems for Polymer Dispersions. Report 17: Dr. I. Boustead A report for The European Polymer Dispersion & Latex Association (EPDLA) A Sector Group of CEFIC. Brüssel 1999.
<b>Zugänglichkeit</b>	Veröffentlicht. Frei zugänglich.
<b>Datenherkunft</b>	Für die Hauptprozesse der Kohlenwasserstoffverarbeitung wurden aktualisierte Industriedaten basierend auf aktuellen Erhebungen und Literaturdaten aus früheren Studien von APME verwendet. Die Daten zur Bereitstellung von Energie und Energieträgern beruhen auf Angaben der Internationalen Energieagentur. Daten zu Transporten und anderen Vorketten stammen von Herstellern.
<b>Aggregationsgrad</b>	Es handelt sich um Sachbilanzdaten.
<b>Stand</b>	Die Daten für den Prozeß der Polymerdispersionsherstellung selbst wurden 1995 erhoben.
<b>Systemgrenzen</b>	Die Sachbilanzdaten decken die Prozesse von der Rohstoffentnahme bis zum fertigen Produkt ab.
<b>Räumlicher Bezug</b>	Die Daten zu den Herstellungsprozessen der Polymerdispersionen sind repräsentativ für verschiedene Länder des europäischen Raums:  Acryl-Dispersion: Belgien, Tschechien, Frankreich, Finnland, Deutschland, Italien, Niederlande, Schweden.  Styrol-Butadien-Dispersion: Österreich, Frankreich, Finnland, Deutschland, Italien, Niederlande, Schweden, Großbritannien.  Polyvinylacetat-Dispersion: Finnland, Deutschland, Italien, Niederlande, Großbritannien.
<b>Datenqualität</b>	Die Datenqualität wird als gut eingeschätzt.
<b>Dokumentation der Daten</b>	Die Studie beinhaltet eine knappe Beschreibung der Prozesse. Daneben werden die Datenkategorien und methodische Aspekte wie Gutschriften etc. ausführlich dokumentiert.
<b>Berücksichtigte Baustoffe</b>	Es werden drei verschiedene Typen von Polymerdispersionen bilanziert, die jeweils durchschnittliche Produkte darstellen: Acryl-Dispersion, Styrol-Butadien-Dispersion und Polyvinylacetat-Dispersion.  Bei den verschiedenen Dispersionen handelt sich jedoch nicht um Bauprodukte im eigentlichen Sinn, sondern um wichtige Komponenten von Bauprodukten. Ihr Einsatzbereich im Baubereich ist sehr vielfältig, u.a. Bodenbeläge, Klebstoffe, Farben, Anstriche.
<b>Lücken</b>	
<b>Besonderheiten</b>	
<b>Pflege der Datenbasis</b>	Es handelt sich um eine einmalige Studie, die allerdings innerhalb einer Reihe der APME erschienen ist.



### A.1.6 Datenbasis UBA Texte 69/98

Kriterium	
Quelle	[UBA 1998]
Zugänglichkeit	Veröffentlicht. Frei zugänglich. Bezugsadresse: Fa. Werbung und Vertrieb, Ahornstr. 1-2, 10787 Berlin.
Datenherkunft	Allgemein zugängliche, öffentliche Daten, die mit den jeweiligen Herstellern abgestimmt und zum Teil aktualisiert wurden.
Aggregationsgrad	Sachbilanzdaten.
Stand	Bearbeitungszeitraum der Studie war 1992 bis 1995. Entsprechend stammen die Daten ca. vom Ende 80er bis Anfang 90er Jahre.
Systemgrenzen	Herstellung der Bauprodukte. Separat wurde auch der Aufwand von Einbau und Nutzung mit verschiedenen Szenarien für die Nutzungsdauer ermittelt. Abschneidekriterien: Bei Inputmaterialien mit einem Mengenanteil unter 10 % wurden die Vorketten nicht bilanziert. Inputmaterialien mit einem Mengenanteil zwischen 5 und 10% werden in die Bilanzen als Edukte ohne Vorkette aufgenommen.
Räumlicher Bezug	Deutscher Bauproduktenmarkt.
Datenqualität	<p>Fenster und Bodenbeläge: aufgrund der Datenlücken und der gewählten Abschneidekriterien sind die Daten für die Interpretation eines reinen Zahlenvergleichs und kleiner Unterschiede nicht geeignet. Zur Kalkulation von Größenordnungen werden die Daten als brauchbar eingeschätzt.</p> <p>Bezogen auf die Dachdichtungen gehen die Autoren der Studie davon aus, daß die Daten aufgrund von Datenlücken, Asymmetrien und der gewählten Abschneidekriterien für eine weitergehende Interpretation nicht geeignet sind. Einzig beim Gesamtenergieverbrauch gibt die grobe Abschätzung u.a. zum Anteil des Energieverbrauchs einzelner Prozeßstufen Hinweise auf Schwerpunkte.</p>
Dokumentation der Daten	Beschreibung der Datenmodule unter Verweis auf die verwendeten Literaturquellen.
Berücksichtigte Baustoffe	Fenster (PVC-, Aluminium- und Holzfenster), Bodenbeläge (PVC, Polyolefin.-Linoleumbelag und keramische Bodenfliese), Dachdichtungen (PVC-Dachbahn, Polyisobutendachbahn).
Lücken	
Besonderheiten	
Pflege der Datenbasis	Einmaliges Projekt.

### A.1.7 Datenbasis Anstrichstoffe im Baubereich

Kriterium	
Quelle	[BUWAL 1992] und [BUWAL 1995]
Zugänglichkeit	Veröffentlicht. Frei zugänglich. Bezugsadresse: Dokumentationsdienst, BUWAL, CH-3003 Bern.
Datenherkunft	Allgemeine Grunddaten, wie beispielsweise zu Kunststoffen und deren Vorketten oder zur Energiebereitstellung wurden der aktuellen Literatur entnommen, insbesondere den PWMI-Berichten. Teilweise wurde auf Referenzdaten, d.h. Daten zu ähnlichen Stoffen, zurückgegriffen. Spezifische Daten stammen von Herstellern.
Aggregationsgrad	<p>Zur Verfügung stehen die Sachbilanzdaten von ca. 20 Lackrohstoffen, sowie weiteren Vorläufer-, Roh- und Hilfsstoffe und deren jeweils separat ausgewiesenen Vorketten (inkl. Energiebereitstellung).</p> <p>Daneben ist für jedes dieser Module auch ein sogenanntes Ökopprofil verfügbar. Dies besteht aus den nach der Methode der kritischen Volumina (siehe [BUWAL 1991]) bewerteten Sachbilanzdaten, d.h. der Primärenergie, dem kritisches Luft- und Wasservolumen, dem Deponievolumen und den CO<sub>2</sub>-Äquivalenten.</p> <p>Für sechs ausgewählte Anstrichstoffe (Acryllack, Alkydharzlack, Naturharzöllack, Acryldispersion, Naturharzdispersion, Leimfarbe) sind die Ökopprofile aufgeführt. Sachbilanzdaten sind auf dieser Ebene nicht vorhanden, können aber anhand der Module und einer entsprechenden Rezeptur selbst berechnet werden.</p>
Stand	Mitte der 80er bis Anfang 90er Jahre.
Systemgrenzen	Gesamter Lebensweg der Anstrichstoffe ausgenommen die Gebrauchs- und Entsorgungsstufen.
Räumlicher Bezug	Meist Bezug auf Westeuropa (PWMI-Berichte) oder einzelne westeuropäische Länder, seltener auf die Schweiz. Stromnetz: UCPTE.
Datenqualität	Die Daten sind weder geographisch, noch zeitlich noch von der Bilanzierungsmethode her einheitlich. Da es sich zudem teilweise um bloße Schätzungen handelt wird die Datenqualität insgesamt als mittel bis gut eingestuft.
Dokumentation der Daten	Die Datenmodule sind nur kurz beschrieben, teilweise wird nur auf die referenzierten Literaturquellen verwiesen.
Berücksichtigte Baustoffe	Datensätze für über 20 Lackrohstoffe, auf deren Basis die Nutzer einzelne Dispersionen, Alkydharzlacke, Kalkfarben, Silikate und Naturharzlacke zusammenstellen und berechnen kann.
Lücken	Berücksichtigt wurde nur ein Weißpigment (Titandioxid), keine Buntpigmente. Ebenfalls nicht enthalten sind Polyurethanlacke und Epoxidharzlacke.
Besonderheiten	Ziel des Projekts war u.a. auch die Integration von Daten zur Toxizität. In diesem Zusammenhang wurde ein produkt- und anwendungsspezifisches Bewertungsverfahren entwickelt. Entsprechend sind Daten zur Toxizität und zur Anwendung der Anstrichstoffe enthalten.
Pflege der Datenbasis	Eine regelmäßige Aktualisierung der Daten ist geplant.

## A.2 Anwendungen (EDV-Programme)

### A.2.1 ECOPRO (ifib)

Kriterium	
<b>Quelle</b>	Software ECOPRO, erstellt am ifib Karlsruhe.
<b>Zugänglichkeit</b>	Es handelt sich bei ECOPRO um einen Prototypen. Anfragen zu Bezug und Nutzung an das ifib Karlsruhe.
<b>Datenherkunft</b>	Die Sachbilanzdaten für Baustoffe und die Energiebereitstellung stammen aus [ESU 1996] und [ÖKOINV 1995]. Ihnen liegt jeweils der UCPT-Ström-Mix zugrunde.  Die Daten zu Bauprozessen und zu den Elementen der Haustechnik stammen aus eigenen Erhebungen.
<b>Aggregationsgrad</b>	Die Sachbilanzdaten sind nicht verfügbar. Es stehen aber insgesamt 23 Wirkungskriterien (Treibhauspotential, Versauerungspotential etc.) in der Auswertung zur Verfügung, sowie der Öko-Indikator und die Kosten. In ECOPRO können gleichzeitig sechs verschiedene Kriterien ausgewählt und angezeigt werden. Die Ergebnisse stehen zum einen in Tabellenform (Übersicht oder detaillierte Tabelle) zur Verfügung, zum anderen können auch Diagramme angezeigt werden.  Entsprechend dem Aufbau eines Bauwerks können die Daten nach Einzelelementen, Elementgruppen oder für ein gesamtes Bauwerk ausgegeben werden.
<b>Stand</b>	Version 7/98 von ECOPRO. Siehe auch die betreffenden Datenbasen.
<b>Systemgrenzen</b>	Lebensweg eines Bauelementes oder eines Bauwerks (entsprechend seiner jeweiligen Lebensdauer) von der Entnahme der Rohstoffe bis zu seiner Entsorgung.
<b>Räumlicher Bezug</b>	Meist Deutschland, zum Teil aber auch Schweiz oder Westeuropa. UCPT-Ström-Mix.
<b>Datenqualität</b>	Siehe die betreffenden Datenbasen. Die Elemente der Haustechnik und der Bauprozesse sind nicht ausreichend dokumentiert.
<b>Dokumentation der Daten</b>	Es gibt ein Manual zu ECOPRO ansonsten muß auf die Literaturquellen zu den Datensätzen zurückgegriffen werden.
<b>Berücksichtigte Baustoffe</b>	Einzelaufstellung siehe Referenz
<b>Lücken</b>	Bauprozesse, Haustechnik, Umbaumaßnahmen
<b>Besonderheiten</b>	ECOPRO wurde als Planungshilfsmittel für Architekten und andere Planer entwickelt und soll die Berücksichtigung sowohl ökonomischer, energetischer als auch ökologischer Kriterien in der Projektierungsphase von Gebäuden ermöglichen. Es wird dabei eine weitestgehende Übereinstimmung mit den zur Zeit üblichen Planungsabläufen angestrebt.
<b>Pflege der Datenbasis</b>	Eine regelmäßige Überarbeitung von ECOPRO ist nicht geplant. Es wird allerdings projektbezogen weiterentwickelt (z.B. innerhalb von LEGOE siehe A.2.3).

## A.2.2 BASIS

Kriterium	
<b>Quelle</b>	Stoffflußbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung. Buchert, M.; Fritsche, U.; Gensch, C.-O.; Grieshammer, R.; Jenseit, W.; Rausch, L.: Öko-Institut e.V.: Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Darmstadt/Freiburg/Berlin. 1998.
<b>Zugänglichkeit</b>	Beschrieben (s.o.). Nicht frei zugänglich.
<b>Datenherkunft</b>	Daten zur Baustoffherstellung sowie Energiebereitstellung und Güterverkehr aus der Datenbank GEMIS (siehe A.1.3). Eigene Erhebungen zur technischen Entwicklung der industriellen Prozesse sowie zur Entwicklung des Baumarktes (Marktanteile der Baustoffe, Neuentwicklungen etc.) u.a. beim Statistischen Bundesamt und bei Herstellern. Des weiteren wurden Kenndaten zu Haustypen, Bauelementen und Baustoffen erhoben.
<b>Aggregationsgrad</b>	Ausgegeben werden die Daten zum Rohstoffbedarf (Energie, Erze, Mineralien, Holz), zum Treibhauseffekt, zur Versauerung, dem Abfallaufkommen und zur Flächeninanspruchnahme.
<b>Stand</b>	Baustoffe siehe Angaben zu GEMIS. Für die übrigen Daten liegt der Stand bei Anfang bis Mitte der 90er Jahre.
<b>Systemgrenzen</b>	Herstellung Gebäude inklusive installierten Heizungen. Nicht einbezogen werden jedoch sonstige Installationen sowie Mobilien (z.B. Wohnungseinrichtungen). Der Baustellenaufwand sowie der Aufwand zur Fügung von Bauelementen und Baumaterialien werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Erneuerung Bauelemente. Heizung und Bereitstellung von Warmwasser. Entsorgung: Erfassung der gesamten Bauschutt- und Reststoffmenge ohne weitere Differenzierung. Die Vorketten der einbezogenen Prozesse werden bis zur Entnahme der Rohstoffe verfolgt.
<b>Räumlicher Bezug</b>	Deutschland. Auslandsprozesse im Bereich der Baustoffe und ihrer Vorketten wurden nur bei hoher Marktdurchdringung berücksichtigt (z.B. bei Aluminium)
<b>Datenqualität</b>	Die Datenlage über in Deutschland stattfindende stoffstromrelevante Aktivitäten wird von den Autoren als gut eingeschätzt.
<b>Dokumentation der Daten</b>	Beschreibung der Module. Verweis auf Literaturquellen.
<b>Berücksichtigte Baustoffe</b>	Mauerwerk- und Dachmaterialien, Kies, Sand, Zement, Aluminium, Kupfer, Baustahl, Bleche, Kunststoffe (PVC, PE, PS und Grundchemikalien, Chlor, NH <sub>3</sub> etc.), Flachglas, Glas- und Steinwolle, Bauholz, Bretter, Spanplatten.
<b>Lücken</b>	Es liegen keine gesonderten Daten zu Einzelbaustoffen vor (z.B. differenzierte Daten für verschiedene Kalksandsteintypen), es handelt sich jeweils um gemittelte Daten der entsprechenden Baustoffe. Kleinteile und Bauchemikalien (Nägel, Dübel, Farben, Betonhilfsmittel etc.) werden nicht einbezogen. Verzichtet wurde ebenfalls auf die Aufnahme von Baustoffen mit geringer Marktdurchdringung (z.B. Wärmedämmung aus Wolle).
<b>Besonderheiten</b>	Es handelt sich bei BASIS um eine Software, mit deren Hilfe eine bedürfnisorientierte Stoffstromanalyse erstellt werden kann. Dies wurde beispielhaft für den Teilbereich reiner Wohnbau des Bedürfnisfelds Bauen und Wohnen durchgeführt. Das Stoffstrommodell ist dynamisch angelegt, kann also zeitvariable Entwicklungen abbilden. Ausgehend von der Situation 1995 werden für die Zeit bis 2020 zwei Szenarien erstellt: 1. REF: eingriffslose Trend-Fortschreibung und 2. EFF: forcierte Energiesparstrategie.
<b>Pflege der Datenbasis</b>	

### A.2.3 LEGOE

Kriterium	
Quelle	[LEGOE 1999]
Zugänglichkeit	Die Software befindet sich momentan noch in der Entwicklung. Das LEGOE-Paket umfaßt als Bestandteile einen gängigen, am Markt erhältlichen, Leistungspositions- und Elementkatalog und damit verknüpfte AVA-, CAD- und diverse Dateninterpretationsprogramme.
Datenherkunft	Literaturdaten u.a. aus [ÖKOINV 1995] (modifiziert) und [ESU 1997].
Aggregationsgrad	Sachbilanzdaten werden nicht ausgegeben. Für den Nutzer verfügbar sind Daten zum Ressourcenverbrauch (Primärenergieaufwand erneuerbar und nicht erneuerbar, gesamter Stofffluß und abiotischer Ressourcenverbrauch), sowie zum Treibhaus-, Versauerungs-, Überdüngungs- und Ozonabbaupotential, dem photochemischen Oxidationspotential, dem Belastungspotential durch Schwermetalleinträge, eine vollaggregierte Bewertung durch den EcoIndicator 95 und Bauschutt nach Kategorien.
Stand	Siehe Beschreibung der Datenbasis Baustoffdaten – Ökoinventare (siehe A.1.1).
Systemgrenzen	Einbezogen wird die Umweltbelastung infolge der Herstellung, Errichtung, Nutzung und Entsorgung der Gebäude - einschließlich aller energetischen und stofflichen Vorstufen, allerdings ohne Rückbau- und Entsorgungsprozesse.
Räumlicher Bezug	Deutschland
Datenqualität	Siehe Beschreibung der Datenbasis Baustoffdaten – Ökoinventare (siehe A.1.1) und Ökoinventare für Energiesysteme (siehe A.1.2).
Dokumentation der Daten	Siehe Beschreibung der Datenbasis Baustoffdaten – Ökoinventare (siehe A.1.1).
Berücksichtigte Baustoffe	Siehe Beschreibung der Datenbasis Baustoffdaten – Ökoinventare (siehe A.1.1).
Lücken	Keine Sach- und Wirkungsbilanzdaten für Rückbau- und Entsorgungsprozesse.
Besonderheiten	Zielsetzung von LEGOE ist die Integration von Kosten-, Wärme- und Energiebedarfsberechnung, ökologischer Bewertung und Bewertung von Gesundheits- und Behaglichkeitsaspekten über den gesamten Lebensweg eines Gebäudes in die Arbeitsumgebung des Planers.
Pflege der Datenbasis	



## Anhang B Beispiele für Kriterien zur Etablierung der Problemliste im Produktgruppen-Forum

Gruppe	Kriterien
Dämmstoffe	Formaldehyd / Formaldehydabspalter Halogenorganische Verbindungen Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe KI mindestens 40 Erölprodukte Styrol sonstige aromatische Verbindungen Rohstoffgewinnung / Recyclinganteil Entsorgbarkeit
Farben, Lacke und Lasuren	Formaldehyd / Formaldehydabspalter synthetische Weichmacher aromatische Kohlenwasserstoffe Kunstharze und Kunstwachse Delta-3-Caren Styrol Halogenorganische Verbindungen Freisetzung von Acrylaten Kobalt-Trockner
Holzwerkstoffe	Formaldehyd / Formaldehydabspalter Bindemittel Polyurethan nicht zertifiziertes Tropenholz
Steine, Mörtel, Putze	Formaldehyd / Formaldehydabspalter Ausgasung VOC Kunstharze chromatreicher Zement Rohstoffgewinnung

Aus [Öko 2000]





## Anhang C Gisbau Gewerbebezweig

Gewerbebezweig		Verwendung	Differenzierung
GZNR	Bezeichnung	VZNR	DZNR
06	Malen Lackieren Beschichten	01 Weiß- und Buntlacke	01 Heizkörper 02 Fenster und Türen, außen und innen 03 andere Anwendungen 04 Naturfarben 05 lösemittelhaltig 06 wasserverdünnbar
		02 1K PU-Beschichtungen	01 lösemittelhaltig
		03 Tiefgründe, Grundierfarbe	01 mineralische Untergründe 02 Holz 03 Metall 04 Kunststoff 05 lösemittelhaltig 06 wasserverdünnbar 07 Bleimennige
		04 Klarlacke	01 lösemittelhaltig 02 wasserverdünnbar
		05 Holzlasuren	01 lösemittelhaltig 02 wasserverdünnbar
		06 Holzschutzlasuren	01 Bläueschutz 02 Fäulnisschutz 03 Insektenfraßschutz 04 lösemittelhaltig 05 wasserverdünnbar
		07 Dispersionsfarben	01 Isolierfarben 02 Wandfarben 03 Sonstige Anwendungen 04 Fassadenfarben
		08 Isolierfarben	01 lösemittelhaltig 02 wasserverdünnbar
		09 Verdünnungen	01 Terpentinöl 02 Terpentinersatz 03 Universalverdünnungen 04 Nitroverdünnung 05 KH-Verdünnung 06 Spezialverdünnung
		10 2K PU-Beschichtungen	01 lösemittelhaltig 02 lösemittelfrei
		11 2K Epoxi- Beschichtungen	01 metallische Untergründe 02 mineralische Untergründe 03 lösemittelhaltig 04 lösemittelfrei
		12 Spachtelmassen	01 lösemittelhaltig 02 wasserverdünnbar 03 1K 04 2K
		13 Fassadenfarben	01 lösemittelhaltig 02 wasserverdünnbar
		14 NC-Beschichtungen	01 lösemittelhaltig 02 Grundierfarbe 03 Lackfarbe

**Tabelle 63: Gisbau Gewerbebezweig "Malen / Lackieren / Beschichten".**



## Anhang D Beispiele für die Anwendung der EPIC-Gliederung

### D.1 Beispiel Farben und Lacke

Die Produktgruppe "L2311 Farben und Lacke – dünne Schichten" der EPIC-Gliederung ist nicht ausreichend untergliedert, um Farben und Lacke in vergleichbare Gruppen hinsichtlich ihrer Funktion einzuteilen (Abbildung 38).

L	Produkte zur Verbesserung und Reparatur
L2	Qualitätssteigernde Produkte auf und über dem Boden
L23	Oberflächenbeschichtungen
L231	Farben und Lacke
L2311	Farben und Lacke – dünne Schichten

**Abbildung 38: EPIC-Gliederung: L: Produkte zur Verbesserung und Reparatur.**

Um eine funktionale Äquivalenz der verschiedenen Produkte in einer Produktgruppe zu gewährleisten, muß eine weitere Untergliederung der EPIC-Gliederung erfolgen (Abbildung 39)

(Anmerkung: die Produktgruppen beziehen sich auf die Anwendung von Farben und Lacken. D.h. die Produktgruppe L2311211 Holz bedeutet Farben und Lacke für die Herstellung dünner Schichten auf Fenster und Türen aus Holz im Innenbereich)

<b>L2311 Farben und Lacke – dünne Schichten</b>	
L23111	Heizkörperlacke
L23112	Fenster und Türen
L231121	Innen
L2311211	Holz
L2311212	Metall
.....	
.....	
L231122	Außen
L2311221	Holz
L2311222	Metall
.....	
.....	
L23113	Wand-, Deckenanstrich
L231131	Putz
L231132	Rauhfaserpapeten
L231133	Span-, Gipskartonplatten
L231134	Altanstriche (Basis des Altanstriches)

L23114	L231135	Holz
	Fußboden	
L23115	L231141	Holz
	L231142	Mineralischer Untergrund
	Fassadenfarben	
	L231151	Holz
	L231152	Mineralischer Untergrund

**Abbildung 39: Erweiterte EPIC-Gliederung: Farben und Lacke.**

Produkte dieser Gruppe können aufgrund ihres Anwendungsprofils ganz offensichtlich in verschiedene Produktgruppen eingestuft werden. Ein Produkt kann dann unter Umständen nur für bestimmte und nicht für alle Anwendungen seines Anwendungsprofils ein Umweltzeichen erhalten. So kann z.B. ein Anstrichstoff für Wände und Fußböden verwendet werden. Ein Umweltzeichen erhält er aber nur für die Beschichtung von Wänden, für die Beschichtung von Fußböden erhält es ein anderer Anstrich in dieser Produktgruppe. Dies muß in der Produktwerbung deutlich unterschieden werden. Mit dem Umweltzeichen darf also nur für den Zweck, für den das Zeichen vergeben wurde, geworben werden und nicht für die anderen Zwecke des Produkts.

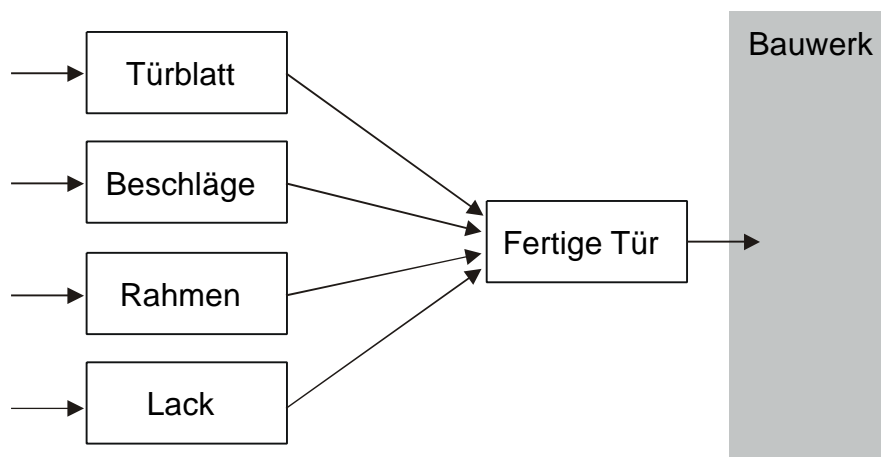
In Abbildung 40 ist ein Beispiel für eine Funktionsbeschreibung (Anwendungsbereich und Verwendungszweck) eines Dispersions-Naturharzanstrichs dargestellt.

Produktbezeichnung	Anwendungsbereich	Verwendungszweck
Naturharzfarbe weiß, lösemittelfrei	auf hochstrapazierten Untergründen, die direkter Belastung ausgesetzt sind, auch auf festhaftenden Altanstrich auf Kalk- / Silikat- / Latex- / Dispersionsbasis, auf allen Untergründen wie Putz, Rauhfasertapeten, Span- und Gipskartonplatten, insbesondere in Schulen, Kranken- und Treppenhäusern, Küchen und Aufenthaltsräumen	strapazierfähiger Wand- bzw. Deckenanstrich im Innenbereich, Grundbeschichtung, Schlußanstrich

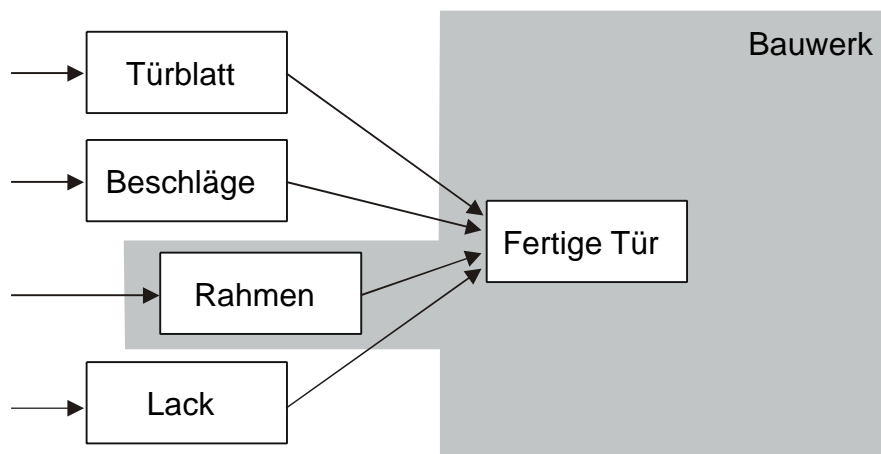
**Abbildung 40: Funktionsbeschreibung eines Dispersions-Naturharzanstrichs [DATA BAUM].**

Dieses Produkt könnte in der Gruppe L23113 Wand-, Deckenanstrich in mehrere Produktgruppen eingestuft werden (L231131 Putz, L231132 Rauhfasertapeten, L231133 Span- und Gipskartonplatten, L231134 Altanstriche, L231135 Holz). Dabei sind jedoch noch nicht die Eigenschaften Grundbeschichtung, Schlußanstrich und Strapazierfähigkeit in der erweiterten EPIC-Gliederung berücksichtigt. Sehr wahrscheinlich muß diese Produktgruppe wegen der Multi-Funktionalität in den EPIC-Abschnitt N verschoben werden.

## D.2 Beispiel Innentür



**Abbildung 41: Fertige Tür als Bauprodukt.**



**Abbildung 42: Elemente der fertigen Tür als Bauprodukte.**

Abbildung 41 und Abbildung 42 zeigen zwei prinzipielle Möglichkeiten, eine fertige Tür zu erzeugen. Die fertige Tür wird bei einem Hersteller außerhalb des Bauwerks erzeugt und im Bauwerk montiert, oder einzelne Komponenten der Tür werden auf der Baustelle hergerichtet (z.B. lackiert) und zu einer fertigen Tür zusammengebaut. Im ersten Fall liefert der Hersteller die Informationen (Produktdeklaration, Sachbilanz, betrieblicher Umweltschutz) für die komplette Tür. Im anderen Fall muß der Planende aus den bereitgestellten Informationen für die einzelnen Komponenten das Gesamtprodukt selbst modellieren.

Für die funktionale Äquivalenz von Türen sind neben der "Türfunktion" folgende Funktionen zu unterscheiden und zu berücksichtigen:

- Schalldämmung
- Sicherheit
- Brandschutz / Rauchschutz
- Oberflächenbeständigkeit
- Lichtdurchlässigkeit (fakultativ)
- Wärmedämmung (fakultativ)

Aus dem vorgesehenen Einsatz einer Tür ergibt sich ein bestimmtes Funktionsprofil. Dieses Profil enthält Aussagen darüber in welchem Umfang die oben genannten Funktionen erfüllt werden müssen. Türen mit gleichem Funktionsprofil sind funktional äquivalent.

Es ist unmöglich für jedes Funktionsprofil eine eigene Produktgruppe zu schaffen, für praktische Zwecke muß das Profil klassifiziert werden. Diese Klassifizierung muß sich für die hier vorgesehenen Zwecke in den Bauproduktgruppen widerspiegeln.

Am Beispiel "Innentür" sollen diese Ausführungen verdeutlicht werden. Abbildung 43 zeigt die bestehende Gliederung der EPIC-Gliederung

C	Zugangs- / Sperr-Produkte
C1	Teile zum Schließen von Wandöffnungen
C12	Türen/Türsets
C121	Allgemeine Türen für den Zugang von Personen Inklusive: Türen, die innen und außen gleichermaßen genutzt werden können.
C1211	Allgemeine Türen (schwenkbare, drehbare und horizontal verschiebbare Türen)
C1212	Drehtüren
C122	Privat genutzte Garagentore .....
C123	Industriell/kommerziell genutzte Türen für die Zufahrt von Fahrzeugen .....
C124	Innentüren für Zugang von Personen Inklusive: Türen insbesondere nur für Innen. C1241 Innentüren C1242 Horizontal gleitende-faltende Innentüren
C125	Luftschleusen (kontrolliertes Raumklima)
C128	Türrahmen, Türkästen
C129	Andere Türen/Türsets

**Abbildung 43: EPIC-Gliederung: C: Zugangs- / Sperr-Produkte.**

In der Gruppe C1241 Innentüren wird nur die "Türfunktion" berücksichtigt. Die Funktionen Schalldämmung, Wärmedämmung, Sicherheit, Lichtdurchlässigkeit und Brandschutz / Rauchschutz sind nicht berücksichtigt. Um Türen mit gleichem Funktionsprofil in einer Produktgruppe zusammenzufassen, muß diese Gliederung verfeinert werden.

In der Tabelle 64 sind alle Funktionen und die dazugehörigen Klassen aufgeführt

Die Einteilung in vier Schallschutzklassen findet sich im Angebot eines Türherstellers. Die Einteilung in drei Lichtdurchlässigkeitsklassen ist nach funktionalen Gesichtspunkten gewählt. Denkbar wäre eine Einteilung in 80 - 100% Lichtdurchlässigkeit (z.B. Glastüren, Glastüren mit Rahmen), Lichtdurchlässigkeit < 80% und Volltüren mit einem Fensteranteil < 20% (Lichtdurchlässigkeit bei sehr kleinem Fensteranteil spielt eine untergeordnete Rolle). Es besteht hier weiterer Diskussionsbedarf, wie eine sinnvolle Gliederung auszusehen hat.

<b>Funktion</b>	<b>Klassen</b>	<b>Kennziffer</b>
Schalldämmung	ohne besonderen Schallschutz	1
	32 dB	2
	37 dB	3
	42 dB	4
Lichtdurchlässigkeit	lichtundurchlässig	1
	< 80 % lichtdurchlässig	2
	80-100% lichtdurchlässig	3
Sicherheit	ohne besonderen Schutz	1
	ET 1	2
	ET 2	3
	ET3	4
Brandschutz / Rauchschutz	ohne besonderen Schutz	1
	T 30	2
	T 90	3
	Rauchschutz	4
Oberflächenbeständigkeit	ohne besondere Beständigkeit	1
	kratzfest / schlagfest	2
Wärmedämmung	Normal	1
	Mittel	2
	hoch	3

**Tabelle 64: Funktionen, zugehörige Klassen und deren Kennziffern.**

Die Funktion Sicherheit wird nach DIN E 18103 geregelt. Es wird nach drei sogenannten einbruchhemmenden Widerstandsklassen ET 1, ET 2 und ET 3 unterschieden.

Die Bezeichnung "T" bei der Funktion Brandschutz / Rauchschutz gibt die Zeit in Minuten an, die die Tür einem Feuer standhalten kann. Rauchschutz bedeutet, die Tür schützt vor Rauch, aber nicht vor offenem Feuer.

Die Klassen der Wärmedämmung beziehen sich auf die RAL-Einteilung in drei "Klimaklassen".

Innentür (C1241)
Wohnungsabschlußtür (C12411)
Zimmertür (C12412)
"Roh-Tür" (C124121)
"Fertige Tür" (C124122)
- Schallschutz
- Lichtdurchlässigkeit
- Sicherheit
- Brandschutz / Rauchschutz
- Oberflächenbeständigkeit
- Wärmedämmung

#### Abbildung 44: Erweiterte EPIC-Gliederung.

Die EPIC-Gliederung (Abbildung 43) wird nun um die in Tabelle 64 genannten Funktionen erweitert, die Gruppe Innentür wird zuvor in die Gruppen Wohnungsabschlußtür und Zimmertür untergliedert. Die Gruppe Zimmertür wird in "Roh-Tür", d.h. Türen, die noch nicht gebrauchsfertig sind (z.B. ohne Beschläge, ohne Oberflächenbehandlung), und "fertige Türen" unterteilt. Diese Erweiterung wird in Abbildung 44 dargestellt.

Die Reihenfolge der Funktionen ist im Grunde beliebig. Mit der einmal gewählten Reihenfolge wird jedoch die Position der Funktion im erweiterten Schlüssel der EPIC-Gliederung festgelegt. In Abbildung 45 ist die Feingliederung für die beiden ersten Funktionen Schallschutz und Lichtdurchlässigkeit explizit durchgeführt worden (Schallschutzziffer an Position 7 und Lichtdurchlässigkeit an Position 8 des Schlüssels).

<b>C1241 Innentüren</b>	
C12411	Wohnungsabschlußtüren
C12412	Zimmertüren
C124121	"Roh-Tür"
C124122	"fertige Tür"
C1241221	ohne besonderen Schallschutz
C12412211	Lichtundurchlässig (Volltüren)
C12412212	Türen < 80 % Lichtdurchlässig
C12412213	Türen 80 – 100 % Lichtdurchlässig
C1241222	Schallschutz 32 dB
C12412221	Lichtundurchlässig (Volltüren)
C12412222	Türen < 80 % Lichtdurchlässig
C12412223	Türen 80 – 100 % Lichtdurchlässig
C1241223	Schallschutz 37 dB
C12412231	Lichtundurchlässig (Volltüren)
C12412232	Türen < 80 % Lichtdurchlässig
C12412233	Türen 80 – 100 % Lichtdurchlässig
C1241224	Schallschutz 42 dB
C12412241	Lichtundurchlässig (Volltüren)
C12412242	Türen < 80 % Lichtdurchlässig
C12412243	Türen 80 – 100 % Lichtdurchlässig

#### Abbildung 45: Feingliederung der Funktionen Schallschutz und Lichtdurchlässigkeit.

Durch die Einteilung in vier Schallschutzklassen: kein besonderer Schallschutz, 32 dB, 37 dB und 42 dB und drei Lichtdurchlässigkeitsklassen entstehen  $3 \times 4 = 12$  Produktgruppen.

Aus den 12 Gruppen würden, unter Berücksichtigung der Funktion Sicherheit 48 Produktgruppen entstehen, da jede Gruppe in vier weitere Unterteilt würde (ohne besonderen Schutz, ET 1, ET 2, ET3). Bei der Berücksichtigung jeder weiteren Funktionen erhöht sich



die Anzahl der Gruppen um einen Faktor, der der Anzahl der Klassen dieser Funktion entspricht.

Für eine bestimmte Zimmertür kann der Schlüssel wie folgt beschrieben werden:

Kennziffer	Schlüsselposition						
	Fertige Tür	7 Schallschutz	8 Lichtdurch- lässigkeit	9 Sicherheit	10 Brandschutz / Rauch- schutz	11 Ober- flächen- bestän- digkeit	12 Wärme- dämmung
	C124122	2	1	1	1	2	3

**Tabelle 65: Funktionen einer Zimmertür.**

Bei der so codierten Zimmertür würde es sich um eine gebrauchsfertige Zimmertür mit einem Schallschutz von 32 dB handeln, die lichtundurchlässig ist (Volltür), keinen besonderen Sicherheitsschutz und keinen Brand- oder Rauchschutz aufweist, kratzfest / schlagfest ist und eine hohe Wärmedämmung besitzt.

Für den Bereich "Innentür" würden unter Berücksichtigung aller Funktionen aus Tabelle 64 und den dazugehörigen Klassen 1152 Produktgruppen entstehen.

Diese Betrachtungen für das Beispiel Innentür zeigen, daß die nach funktionalen Gesichtspunkten erstellte Gliederung zu einer hohen Zahl an Produktgruppen führt. Diese hohe Anzahl ist aber nicht fiktiv, sondern entspricht den tatsächlich existierenden funktionalen Kriterien. Für die DV-technische Umsetzung bereite dies jedoch keine Schwierigkeiten. Am Ende entstünde sogar ein interessantes Hilfsmittel zur Auswahl von Türen (bzw. Produkten) für die Bauwerksplanung.

### D.3 Beispiel Zement

Zement findet sich in der Gruppe N: Mehrzweckmaterialien und Produkte" (General purpose materials and products), N2 "Semiproducts" wieder.

Die weitere Einteilung in Abbildung 46 erfolgte aufgrund des Verwendungszwecks (Quelle: Zementauswahl nach Verwendung, Heidelberger Zement AG):

(Anmerkung: die Produktgruppen beziehen sich auf die Anwendung von Zement. D.h. die Produktgruppe N212 Spannbeton bedeutet Zement für die Herstellung von Spannbeton)

N2	Halbzeug und Hilfsstoffe
N21	Zement
N211	Beton nach DIN 1045 und ENV 206
N212	Spannbeton
N2121	nach DIN 4227 mit sofortigem und nachträglichem Verbund
N2121	nach DIN 4227 mit nachträglichem Verbund
N213	Betonfestigkeitsklassen
N2131	bevorzugt B15 bis B35

	N2132	bevorzugt ab B35
	N214	Frühhochfester Beton
	N215	Betonfertigteile und Betonwaren
	N216	Betonieren bei kühler Witterung
	N217	Beton für massige Bauteile
	N218	<i>Beton bei Angriff sulfathaltiger Wässer, Böden und Gase nach DIN 4030 (ab starkem Angriffsgrad)</i>
	N219	Beton mit alkaliempfindlichen Zuschlägen

**Abbildung 46: Erweiterte EPIC-Gliederung Zement.**

Die Funktionen "Estrich, Sichtbeton und Mörtel" sowie "Natursteinverlegemörtel" können nicht mehr in das vorgegebene Klassifizierungsschema der EPIC-Gliederung eingegliedert werden, da nur 9 Untergliederungspunkte vorgesehen sind. Um mehr als 9 Untergliederungspunkte verwenden zu können, wird vorgeschlagen, die Schlüsselpositionen durch Bindestrich zu trennen.