Denk- und Kommunikationsansätze zur Bewertung des nachhaltigen Bauens und Wohnens

Ein Beitrag zur Erfassung des gegenwärtigen Standes der Diskussion und zur Anwendbarkeit auf ein konkretes Beispiel

Von dem Fachbereich Architektur
der Universität Hannover
zur Erlangung des Grades eines

DOKTOR-INGENIEURS
Dr.-Ing.

genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Ing. Sicherheitstechnik Holger Spies-Wallbaum
geb. am 11. September 1967, in Wuppertal

2002

Referentin: Prof. Dr. Margrit Kennedy
Institut für Bautechnik und Entwerfen
Abteilung Technischer Ausbau
und Ressourcensparendes Bauen
Universität Hannover

Korreferent: Prof. Dr. Ralf Otterpohl
Arbeitsbereich für kommunale
und industrielle Abwasserwirtschaft
Technische Universität Hamburg-Harburg

Tag der Promotion: 02. Juli 2002

Danksagung

„Mein Vater sagte immer, wenn man bei seinem Tod fünf echte Freunde hat, dann kann man mit seinem Leben zufrieden sein.“

Lee Iacocca

Obwohl durch die Anfertigung meiner Dissertationsschrift gerade in den letzten Monaten sehr wenig Zeit für die Familie, Freunde und Bekannte blieb, zeigte mir diese Phase jedoch zugleich, dass ich mich auf die Genannten und Ungenannten in allen Situationen des Lebens verlassen kann. Es ist schön zu wissen, dass ihr bei mir seid!

Besonders danken möchte ich meiner Frau Katrin, die als Hauptleitragende meines beruflichen Aktionismus am meisten betroffen war. Ohne sie wäre die Beendigung der Arbeit wohl noch immer in weiter Ferne.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir, bei allem zeitweiligen Unverständnis, den Weg ebneten, den ich bisher gegangen bin.

Ferner danke ich meinen Freunden Kristina Herzog, Claudia Aßmann, Nicole Kühbacher, Antje und Frank Wallbaum, Martin Braunersreuther und Peter Kern für die vielen investierten Tage und Nächte zur Überarbeitung und Diskussion der vorliegenden Arbeit.

Bei Jörg Dornbusch bedanke ich mich besonders herzlich, da er bei diversen EDV-spezifischen Problemen Tag und Nacht zur Hilfestellung bereit war und mir darüber hinaus für diverse Abbildungen, das Layout und die ECXEL-gestützten Programmierungen zur Seite stand.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich auch den geduldigen Planern und Freunden in Lübeck widmen, die mir nicht nur mit Rat und Tat zur Seite standen, sofern es das Tagesgeschäft zuließ, sondern mir auch immer ein Dach über dem Kopf geboten haben. Dafür danke ich Martin Oldenburg, Andrea Albold, Rüdiger Fleck, Frank Rohlf, Phillip Wagner, Eckart Warnemünde und Katja Reese.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei meinen lieben Kollegen und Freunden im Wuppertal Institut für viele anregende Diskussionen, wertvolle Tipps und helfende Hände. Namentlich insbesondere bei Carolin Baedeker, Thomas Boermans-Schwarz, Holger Dalkmann, Kristina Herzog, Michael Kuhndt, Christa Liedtke, Thomas Orbach, Michael Ritthoff, Marc Rundnagel, Tobias Saulich und Dirk Aßmann.

Als eine Bereicherung stellten sich auch die Doktorandenkolloquien bei Margrit Kennedy an der Universität in Hannover heraus. Neben fruchtbaren Diskussionen entstanden auch intensive Netzwerke, die viele Aussagen erst möglich machten. Dafür möchte ich mich insbesondere bei Doris Haas-Arndt und Gudrun Beneke bedanken.

Der Hans Böckler Stiftung danke ich für die Aufnahme in die Promotionsförderung und Werner Fiedler für seine Begleitung von Seiten der Stiftung.

Abschließend bedanke ich mich bei meinen Betreuern Margrit Kennedy und Ralf Otterpohl, die mich in der ein oder anderen Form verständnisvoll unterstützt haben und mir dennoch die Zeit gegeben haben, so dass die vorliegende Arbeit zu dem reifen konnte, wie sie sich nun darstellt.

Ich kann zufrieden sein!

Vorbemerkung

Zum besseren Verständnis der vorliegenden Arbeit möchte ich mit einer kurzen Beschreibung der gewählten Form beginnen.

Innerhalb der Arbeit wurde versucht, so wenig Abkürzungen wie möglich zu verwenden. Sofern sie aber dennoch zum Einsatz kamen geschah dies mit dem Ziel einer inhaltlichen Stärkung, um nicht von dem Wesentlichen abzulenken, oder wegen ihrer großen Allgemeingültigkeit. In allen Fällen wurden die Richtlinien für deutschsprachige Veröffentlichungen angewandt. Zur besseren Orientierung sind sämtliche Abkürzungen noch einmal innerhalb des Glossars aufgeführt und teilweise auch definiert. Das Glossar schließt sich an das Fazit an.

Die in der Arbeit verwendeten Tabellen und Abbildungen sind mit der Angabe der jeweiligen Quelle in einem Tabellen- und Abbildungsverzeichnis zusammengefasst, das sich an das nachfolgende Inhaltsverzeichnis anschließt.

Die Arbeit schließt mit dem Literaturverzeichnis, in dem alle zur Anfertigung der Arbeit verwendeten Quellen in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt sind.

Anstelle eines Anhangs befinden sich alle Daten, die den Bilanzierungen zu Grunde liegen, auf einer CD, die auf der Innenseite des rückwärtigen Dokumentendeckels eingefügt ist. Auf dieser CD befindet sich eine Datei mit dem Namen *Erläuterung*, die detaillierte Informationen zu der Struktur und den Inhalten der übrigen Dateien enthält.

Bei der Fertigstellung der Arbeit wurde darauf verzichtet, die monetären Angaben von Deutscher Mark (DM) in die nunmehr gültige Währung Euro (€) umzurechnen, da einige nicht selbst erstellte Abbildungen noch mit der DM operieren und somit eine einheitliche Form nicht ermöglicht haben.

Des Weiteren wurde aus Gründen der Lesbarkeit darauf verzichtet, die männliche und weibliche Form jeweils gesondert aufzuführen. Die gewählten Formulierungen umfassen selbstverständlich Frauen und Männer gleichermaßen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Begründung des Vorhabens 1
1.2 Zielsetzung der Arbeit und forschungsleitende Hypothesen 3
1.3 Gliederung der Arbeit 6

2 Nachhaltige Entwicklung 9

2.1 Einführung 9
2.2 Allgemeiner Überblick zum Stand der ökologischen, ökonomischen und sozialen Entwicklung 10
2.2.1 Aspekte internationaler ökologischer Entwicklung 11
2.2.1.1 Energienutzung und Kohlendioxidemissionen 11
2.2.1.2 Der globale Ressourceneinsatz 14
2.2.2 Aspekte internationaler wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung 16
2.2.3 Aspekte nationaler ökologischer Entwicklung 20
2.2.3.1 Die Umweltmedien Luft, Wasser und Boden 20
2.2.3.2 Emissionen 23
2.2.4 Aspekte nationaler wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung 24
2.3 Erkenntnisse und Kontroversen zehn Jahre nach Rio 27

3 Die Relevanz des Handlungsfelds Bauen und Wohnen 33

3.1 Die Geschichte des Wohnens 33
3.1.1 Vom 19. Jahrhundert bis zum 2. Weltkrieg 33
3.1.2 Der Wohnungsbau in Deutschland nach 1945 34
3.1.3 Der Wohnungsbau nach 1989 36
3.2 Der globale Verstädterungsprozess 36
3.3 Der Verstädterungsprozess in Deutschland 37
3.4 Die ökologische Perspektive 38
3.4.1 Der Ressourcenverbrauch 38
3.4.2 Der Energieeinsatz und die Kohlendioxidemissionen 40
3.4.3 Die Flächennutzung 41
3.4.4 Der Wasserverbrauch 43
3.5 Die ökonomische Perspektive 45
3.5.1 Die Entwicklung in der Bauwirtschaft 45
3.5.2 Baubedingte Umweltkosten 48
3.6 Die gesellschaftliche Perspektive 48
3.6.1 Der internationale Kontext 48
3.6.2 Der nationale Kontext 49
3.7 Ursachenforschung 51
3.7.1 Die räumliche Planungsstruktur in Deutschland 51
3.7.2 Bewertung der deutschen Planungsstruktur 53
3.7.3 Die Auswirkungen der deutschen Planungskultur am Beispiel der Wasserver- und Abwasserentsorgung 55
3.8 Schlussfolgerungen 57

4 Indikatoren einer nachhaltigen Entwicklung 59

4.1 Indikatoren als Schlüssel der Nachhaltigkeitsbewertung 60
4.2 Indikatoren in der aktuellen Diskussion 66
4.2.1 Sustainable Seattle 67
4.2.2 Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21 67

4.3 Überblick über die gegenwärtig relevantesten Analysemethoden im Bereich Bauen und Wohnen ... 68
4.3.1 Methodik der Lebenszyklusanalyse von Gebäuden ... 68
4.3.2 Stand der Forschung und Entwicklung ... 68
4.3.3 Kriterien ... 70
4.3.4 Stärken und Schwächen von Ökobilanzen ... 71
4.3.5 Green Building Challenge ... 74
4.3.6 Global Ecovillage Network ... 74
4.3.7 ExWoSt ... 75
4.3.8 OGIP ... 76
4.3.9 LEGOE ... 76
4.3.10 EcoPro ... 77
4.4 Die im Rahmen der Arbeit verwendeten Analyseinstrumente ... 78
4.4.1 GaBi - das Software-Werkzeug zur Ganzheitlichen Bilanzierung ... 79
4.4.2 GEMIS - eine Datenbank mit Bilanzierungs- und Analysemöglichkeiten für Lebenszyklen ... 80
4.4.3 Das MIPS-Konzept zur Messung des Umweltverbrauchs ... 80
4.4.3.1 Vorsorgender Umweltschutz heißt Dematerialisierung ... 83
4.4.3.2 Der Faktor 10 ... 84
4.4.3.3 Spezifische Systemgrenzen ... 86
4.4.3.4 MI-Kategorien ... 86
4.4.4 Die Normalherstellungskosten ... 88
4.4.5 Der BKI-Kostenplaner ... 88
4.5 Darstellung der verwendeten Indikatoren zur Nachhaltigkeitsprüfung von Wohnsiedlungen ... 88
4.5.1 Ökologische Indikatoren ... 89
4.5.1.1 Ökologischer Indikator 1: Total Material Requirement ... 89
4.5.1.2 Ökologischer Indikator 2: Der Kumulierte Energieaufwand ... 89
4.5.1.3 Ökologischer Indikator 3: Das Global Warming Potential ... 90
4.5.1.4 Ökologischer Indikator 4: Die Flächennutzung ... 91
4.5.1.5 Ökologischer Indikator 5: Der Wasserverbrauch ... 94
4.5.2 Ökonomische Indikatoren ... 94
4.5.2.1 Ökonomischer Indikator 1: Die Planungs- und Durchführungskosten ... 95
4.5.2.2 Ökonomischer Indikator 2: Die Errichtungs- oder Herstellungskosten ... 95
4.5.2.3 Ökonomischer Indikator 3: Die Instandhaltungskosten ... 96
4.5.2.4 Ökonomischer Indikator 4: Die Rückbaukosten ... 96
4.5.2.5 Ökonomischer Indikator 5: Der Mietpreisspiegel inkl. der Mietnebenkosten ... 96
4.5.3 Soziale Indikatoren ... 97
4.5.3.1 Sozialer Indikator 1: Die Altersstruktur ... 98
4.5.3.2 Sozialer Indikator 2: Die Einkommensstruktur ... 98
4.5.3.3 Sozialer Indikator 3: Die Arbeitslosenrate ... 98
4.5.3.4 Sozialer Indikator 4: Der Anteil erwerbstätiger Frauen pro Hundert männliche Erwerbstätige ... 98
4.5.3.5 Sozialer Indikator 5: Die Partizipation ... 99

5 Bewertung und Vermittlung mittels der COMPASS-Methodik ... 101

5.1 Die COMPASS-Elemente ... 102
5.1.1 Indikatoren und Indikatorenbäume ... 103
5.1.2 Bewertung und Beampelung ... 104
5.1.3 Graphische Auswertung am Beispiel: $COMPASS_{radar}$ ... 105
5.1.4 Qualifikationsbausteine ... 105
5.2 $COMPASS_{PROFIL}$ – Die Wissenslandkarte ... 105

5.3 COMPASS$_{VISION}$ – FORMULIERUNG VON VISIONEN UND LEITPLANKEN 106
5.4 COMPASS$_{ANALYSE}$ – LEISTUNGSMESSUNG (BENCHMARKING) 106
5.5 COMPASS$_{MANAGEMENT}$ – DAS ZUKUNFTSFÄHIGKEITSMANAGEMENT 107
5.6 DER COMPASS$_{REPORT}$ 108
5.7 VON DEN INDIKATOREN ZUM COMPASS$_{AUSWEIS}$ 109

6 Die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite 111

6.1 EINFÜHRUNG 111
6.2 DIE HANDLUNGSFELDER UND PROJEKTZIELE INNERHALB DES VORHABENS 112
6.3 DIE ENTSTEHUNG 114
6.3.1 Die Bauleitplanung 115
6.3.2 Die Lage des Grundstückes 115
6.3.3 Die Vernetzung mit dem Landschaftsraum 115
6.3.4 Das Flächen- und Bodenmanagement 116
6.4 DER HOCHBAU 117
6.4.1 Die Doppelhäuser 119
6.4.2 Die Reihenhäuser 120
6.4.3 Das Gemeinschaftshaus 122
6.4.4 Der Geschosswohnungsbau 123
6.5 DAS ENERGIEKONZEPT 125
6.5.1 Das Blockheizkraftwerk 125
6.5.2 Die Kesselanlage 125
6.5.3 Die Solaranlage 126
6.5.3.1 Wahl der Solarkollektoren 126
6.5.3.2 Solar-Anlagendimensionierung 126
6.5.3.3 Anbindung der Reihenhäuser 127
6.5.3.4 Anbindung des Mehrfamilienhauses 127
6.5.4 Die Wärmebedarfsermittlung 127
6.5.5 Die Energieverteilung 128
6.5.5.1 Das Rohrnetz 129
6.5.5.2 Die Trassenführung 129
6.5.5.3 Die Übergabestationen 129
6.5.5.4 Wohnungsversorgung 130
6.5.6 Die Trinkwasserversorgung 130
6.5.7 Die Elektrotechnik 131
6.5.8 Die Lüftung 131
6.5.9 Die Datenleitungen 132
6.6 DAS INTEGRIERTE ABWASSERKONZEPT DER ÖKOLOGISCHEN WOHNSIEDLUNG FLINTENBREITE 132
6.6.1 Darstellung der Stoffströme und deren Behandlung im integrierten Wasserkonzept 136
6.6.1.1 Regenwasser 136
6.6.1.2 Grauwasser 137
6.6.1.3 Schwarzwasser 141
6.6.1.4 Technische Beschreibung der anaeroben Biogasanlage 142
6.6.1.5 Verfahrenskonzept und Auslegungsdaten der anaeroben Vergärungsanlage . 142
6.6.1.6 Verwertung des Biogases und der Biomasse 148
6.7 DER TIEFBAU 149
6.7.1 Das Mobilitätskonzept 150
6.8 WEITERE ASPEKTE 151

7 Die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite auf dem Nachhaltigkeits-Prüfstand.....153

7.1 Die Vorgehensweise 154
7.1.1 Die Systemgrenzen des Hochbaus 156
7.1.1.1 Die Systemgrenzen des Doppelhauses 156
7.1.1.2 Die Systemgrenzen der Referenzgebäude 157
7.1.2 Die Systemgrenzen der Abwasserkonzepte.....161
7.1.3 Die technische Beschreibung des zentralen Systems der kommunalen Abwasserbehandlung 162
7.1.4 Die technische Beschreibung des semizentralen Sanitärsystems mit Fäkalkompostierung.....163
7.1.5 Die technische Beschreibung der Kleinkläranlage nach DIN 4261.....163
7.2 Die Bilanz des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Hochbaus.....164
7.2.1 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den TMR.....164
7.2.2 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den KEA 170
7.2.3 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf das GWP 100 171
7.2.4 Die Bilanz des gesamten Siedlungsvorhabens bezogen auf die Flächennutzung.....172
7.2.5 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den Wasserverbrauch 174
7.2.6 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Planungs- und Durchführungskosten.....176
7.2.7 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Errichtungs- und Herstellungskosten.....178
7.2.8 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Instandhaltungskosten.....179
7.2.9 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Rückbaukosten 180
7.2.10 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den Mietspiegel und die Nebenkosten 181
7.2.11 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Altersstruktur.....182
7.2.12 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Einkommensstruktur.....184
7.2.13 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Arbeitslosenquote 185
7.2.14 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den Anteil der erwerbstätigen Frauen pro 100 erwerbstätige Männer 186
7.2.15 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Partizipation 187
7.3 Die Bilanz des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Abwasserkonzeptes.....188
7.3.1 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf den TMR 189
7.3.2 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf den KEA 191
7.3.3 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf das GWP 100.....192
7.3.4 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf die Flächennutzung.....192
7.3.5 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf den Wasserverbrauch.....192
7.3.6 Ansätze einer ökonomischen Bewertung 194
7.3.6.1 Entstehende Kosten im Vergleich.....194
7.3.7 Die Personenbefragung zum Siedlungsabwasserkonzept 196
7.3.7.1 Die Akzeptanz der Pflanzenkläranlage 197
7.3.7.2 Die Akzeptanz der Vakuumtoilette und der Sanitärtechnik 197
7.3.7.3 Sonstige Punkte.....199
7.4 Ergebnisdarstellung des Nachhaltigkeitschecks der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite 199
7.4.1 Einordnung der Ergebnisse.....206

8 Fazit und Ausblick 209
8.1 Der gewählte Ansatz 209
8.2 Akteursspezifische Strategien zukunftsfähigen Bauens und Wohnens 212
8.3 Zur Wurzel der engagierten Machtlosigkeit 219
9 Verwendete Literatur 221

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Daten zur Waldschadenserhebung in den Bundesländern (eigene Darstellung nach http://www.statistik-bund.de/basis/d/umw/ugrtab8.htm) 22
Tabelle 2: Umweltpolitische Ziele eines zukunftsfähigen Deutschlands 29
Tabelle 3: Bodennutzung in der BRD 1997 (Statistisches Bundesamt 1998) 50
Tabelle 4: Planungsebenen in der Bundesrepublik Deutschland 52
Tabelle 5: Bemühungen zur Entwicklung und Bemessung von Nachhaltigkeitsindikatoren auf unterschiedlichen Ebenen 66
Tabelle 6: Grenzen der outputorientierten Umweltpolitik 82
Tabelle 7: Treibhausgaspotenziale für verschiedene Integrationszeiträume in Folge der Emission von 1 kg ausgewählter Gase, bezogen auf Kohlendioxid (Houghton et al. 1996) 91
Tabelle 8: Anthropogene Beeinflussung des Geoökosystems am Beispiel der Hemerobiestufen und des Natürlichkeitsgrades. Eigene Darstellung nach (Leser und Klink 1988) 93
Tabelle 9: Die Unterteilung der Kostengruppen 300, 400 und 500 95
Tabelle 10: Ziele der Enquete-Kommission für den Bereich Bauen und Wohnen (Enquete-Kommission 1998, 234) 97
Tabelle 11: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile der Doppelhäuser 120
Tabelle 12: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile der Reihenhäuser 121
Tabelle 13: Gebäudecharakteristika der Reihen- und der Doppelhäuser 122
Tabelle 14: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile des Gemeinschaftshauses 123
Tabelle 15: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile des Geschosswohnungsbaus 124
Tabelle 16: Heizwärmebedarf verschiedener Bautypen 128
Tabelle 17: Spitzenwärmebedarf verschiedener Bautypen 128
Tabelle 18: Erforderliche Dimensionen der Pflanzenkläranlagen. 139
Tabelle 19: Spezifische Wohnbelegung für die unterschiedlichen Gebäudearten. 141
Tabelle 20: Charakterisierung der Substrate und Auslegung der Biogasanlage für den Sommerbetrieb (OtterWasser) 144
Tabelle 21: Gegenüberstellung verschiedener Betriebszustände der Biogasanlage (OtterWasser) 145
Tabelle 22: Gleichwertigkeit kontrollierter Temperaturen zu einer Hygienisierung bei 70°C und 1 Stunde Einwirkungszeit (Bendixen 1997) 147
Tabelle 23: 24-h-Zyklus der Hygienisierungsstufe (OtterWasser). 147
Tabelle 24: Zusammensetzung des Flüssigdüngers (OtterWasser) 149
Tabelle 25: Darstellung der Ergebnisse für die ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren 159
Tabelle 26: Darstellung der Ergebnisse der TWO anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren 160
Tabelle 27: Darstellung der Ergebnisse der vier Referenzgebäude anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren 161
Tabelle 28: Differenzierte Darstellungen einzelner Gewerke des Doppelhauses der Flintenbreite anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren 167
Tabelle 29: Differenzierte Darstellungen der Kostengruppe 300 der TWO anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren 168
Tabelle 30: Formen der Beteiligung (Bischoff et al. 1995, 10) 187
Tabelle 31: Vergleichende Darstellung der vier untersuchten Abwassersysteme für ausgewählte ökologische Parameter bezogen auf einen Einwohnergleichwert und ein Jahr 189
Tabelle 32: Betriebskostenaufstellung für das integrierte Konzept sowie das konventionelle System und eine Prognose für eine Preisentwicklung des Abwassers auf 5,00 DM/m^3 195

Tabelle 33: Vergleich der jährlichen Kapitalkosten der verschiedenen Abwassersysteme nach Reckerzügl (1997) 196
Tabelle 34: Übersicht des Nachhaltigkeitschecks des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Hochbaus 201
Tabelle 35: Übersicht des Nachhaltigkeitschecks des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Abwasserkonzeptes 202
Tabelle 36: Nährstoffemissionen durch Einleitung gereinigten Abwassers in Gewässer (OtterWasser) 204
Tabelle 37: Rückführung von Nährstoffen in den Stoffkreislauf (OtterWasser) 204
Tabelle 38: Ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren von verschiedenen Abwassersystemen: zwei konventionelle Systeme unterschiedlicher Größe, zwei Separationssysteme und zwei ‚naturnahe' Systeme 205

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die drei Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung. 10
Abbildung 2: Entwicklung der weltweiten energiebedingten Kohlendioxidemissionen in Mt CO_2 von 1971 bis 1998 nach Regionen (International Energy Agency). 12
Abbildung 3: Prozentuale Verteilung des Primärenergieverbrauchs pro Kopf in den 15 EU Staaten im Jahr 1998 (eigene Darstellung nach http://www.strom.de/sw_ld102.htm). . 13
Abbildung 4: Entwicklung des Weltenergieverbrauchs in Mtoe von 1971 bis 1998 (International Energy Agency), ** Asien ohne China 13
Abbildung 5: Entwicklung der Emissionen in der Europäischen Union von 1990 bis 1998, ohne Kohlendioxid (eigene Berechnung nach Angaben der UNFCCC). 14
Abbildung 6: Globaler Materialaufwand (TMR) (Adriaanse et al. 1997). 15
Abbildung 7: Gesamte deutsche Kohlendioxid- und Methanemissionen von 1990 bis 1998 (eigene Darstellung nach der UNFCCC). 23
Abbildung 8: Die Entwicklung der Arbeitslosenquote bezogen auf abhängig zivile Erwerbspersonen in Deutschland (http://www.destatis.de/indicators/d/arb210ad.htm). 25
Abbildung 9: Ausgewählte Zieldimensionen für den Bereich Bauen und Wohnen (Enquete-Kommission 1998, 234). 31
Abbildung 10: Der globale Materialaufwand der alten Bundesländer 1990 nach Bedarfsfeldern (Behrensmeier und Bringezu 1995). 39
Abbildung 11: Anteil der Raumwärme am Energiefluss Deutschlands im Jahr 1995. 41
Abbildung 12: Genehmigte Ein- und Zweifamilienhäuser in westdeutschen Ballungsräumen (VDI-nachrichten 2000, 42). 43
Abbildung 13: Die Verteilung der Grundwasserentnahme nach Akteuren (http://www.wasser-agenda.de/Infos/Wasserverbrauch.htm). 44
Abbildung 14: Betriebskostensenkungen einzelner Betriebe in Folge von Maßnahmen zur Ressourceneinsparung (Gege 1997). 45
Abbildung 15: Volumenindex des Auftragsbestands für vorbereitende Baustellenarbeiten (Hoch- und Tiefbau) in Deutschland (http://www.destatis.de/indicators/d/pgw710ad.htm). 46
Abbildung 16: Erteilte Genehmigungen und dafür veranschlagte Kosten im Hochbau (Wohngebäude und Nichtwohngebäude) nach Bauherrengruppen in Deutschland (eigene Darstellung nach Stat. Bundesamt, Segment 3785). 47
Abbildung 17: Bauüberhang an Wohnungen nach Bauzuständen differenziert (eigene Darstellung nach Angaben des Stat. Bundesamtes, Segment 146). 48
Abbildung 18: Die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen im Hoch- und Tiefbau einschließlich der vorbereitenden Baustellenarbeiten in Deutschland von 1991 bis 2000 (eigene Darstellung nach Angaben des Stat. Bundesamtes, Segment 2669, saisonbereinigt). 51
Abbildung 19: Aufteilung der Investitionen in die Wasserversorgung nach Anlagenarten (Rammner 1989). 56
Abbildung 20: Stufenmodell der Informationsverdichtung. 59
Abbildung 21: Jüngste Entwicklungen im Bereich Corporate Social Responsibility (Kuhndt et al. 2002). 61
Abbildung 22: Dimensionale Analyse zur Aufspaltung des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ in Kategorien und Aspekte (in Anlehnung an Köhler 1987) 62
Abbildung 23: Traditioneller technokratischer Politik-Ansatz (IFOK 1997, 62). 65
Abbildung 24: Der diskursive Politik-Ansatz (IFOK 1997, 63). 65
Abbildung 25: Darstellung des Produkt-Lebenszyklus (Schmidt-Bleek 1994b, 20). 86
Abbildung 26: COMPASS-Elemente (Kuhndt und Liedtke 1999, 18). 102
Abbildung 27: Der COMPASS-Instrumentenkoffer (Kuhndt und Liedtke 1999, 19). 103

Abbildung 28: Indikatorenbaum – Materialintensität (= systemweiter Ressourcenverbrauch pro Produkt oder Dienstleistung) (Kuhndt und Liedtke 1999, 21). 104
Abbildung 29: Ziele, Maßnahmen und Konventionen des $COMPASS_{report}$. 109
Abbildung 30: Beispielhafter $COMPASS_{ausweis}$ eines Unternehmens. 110
Abbildung 31: Die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite wirbt im Rahmen der EXPO 2000. 111
Abbildung 32: Das Siedlungsgebiet im Modell. 116
Abbildung 33: Schematische Darstellung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite (OtterWasser 2001). 118
Abbildung 34: Foto der Doppelhäuser (OtterWasser). 120
Abbildung 35: Rückwärtige Ansicht der Reihenhäuser (OtterWasser). 121
Abbildung 36: Foto des Gemeinschaftshauses (OtterWasser). 123
Abbildung 37: Schematische Darstellung des Geschosswohnungsbaus (Architektura). 124
Abbildung 38: Das Blockheizkraftwerk. 125
Abbildung 39: Die Gasbrennwertkessel (OtterWasser). 126
Abbildung 40: Ansicht des siedlungs-eigenen Leitungsnetzes. 130
Abbildung 41: Schematische Darstellung der Stoffströme beim herkömmlichen Sanitärkonzept (OtterWasser). 133
Abbildung 42: Schematische Darstellung der Stoffkreisläufe bei einem integrierten Abwasserkonzept (OtterWasser). 134
Abbildung 43: Vakuumtoilette (OtterWasser). 134
Abbildung 44: Demonstrationsmodell der Vakuumtoilette (OtterWasser). 135
Abbildung 45: Beispiel einer Versickerungsmulde (OtterWasser). 136
Abbildung 46: Die offenen Rinnen zur Regenwasserableitung (OtterWasser). 136
Abbildung 47: Zuleitungen einer im Bau befindlichen Pflanzenkläranlage (OtterWasser). 137
Abbildung 48: Die Pflanzenkläranlage nach dem Einbringen der Abdichtung und der Ableitungsrohre (OtterWasser). 138
Abbildung 49: Schematischer Aufbau einer Pflanzenkläranlage (OtterWasser). 139
Abbildung 50: Eine Pflanzenkläranlage vor der Bepflanzung (OtterWasser). 140
Abbildung 51: Der Fackenburger Landgraben (OtterWasser). 140
Abbildung 52: Die Vakuumanlage (OtterWasser). 142
Abbildung 53: Einfluss von Zeit und Temperatur auf einige Krankheitserreger (Faechem und Bradley 1983). 146
Abbildung 54: Der Vergärungsbehälter der Biogasanlage. 148
Abbildung 55: Darstellung der Planebene in GaBi. 155
Abbildung 56: Darstellung der Bilanzebene in GaBi. 155
Abbildung 57:Prozentuale Verteilung der einzelnen Gewerke am lebenszyklusweiten TMR des Doppelhauses. 165
Abbildung 58: Detaillierte prozentuale Verteilung der Aufwendungen der einzelnen Gewerke am TMR der Rohbauerstellung. 165
Abbildung 59: Vergleichende Darstellung der ökologischen Parameter der betrachteten Gebäude. 166
Abbildung 60: Darstellung der gewerkebezogenen Anteile hinsichtlich der einzelnen ökologischen Indikatoren über einen Zeitraum von 80 Jahren (Hinweis: logarithmischer Maßstab) 170
Abbildung 61: Anteile der Einzelpositionen des Rohbaus am KEA des Doppelhauses. 171
Abbildung 62: Verteilung der GWP 100-Werte des Doppelhauses bezogen auf einzelne Positionen. 171
Abbildung 63: Anteile der gewerkebezogenen Positionen an den verschiedenen gewählten ökologischen Indikatoren des Doppelhauses. 172
Abbildung 64: Screen-shot des Tabellenblatts zur Bewertung der Flächennutzung. 173
Abbildung 65: Vergleich des Wasserinputs der Flintenbreite und der TWO. 175

Abbildung 66: Anteilige Wasserinputs der TWO über einen Zeitraum von 80 Jahren. 175
Abbildung 67: Anteile der einzelnen Positionen an den Wasserinputs des Doppelhauses über 80 Jahre. 176
Abbildung 68: Einteilung der Verfahren für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Nutzen-Kosten-Untersuchungen. 177
Abbildung 69: Bevölkerungsverteilung in Schleswig-Holstein im Jahr 1999 (Quelle: Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein). 183
Abbildung 70: Vergleich der Erstellungssaufwendungen der verschiedenen Abwassersysteme für ausgewählte ökologische Indikatoren. 190
Abbildung 71: Anteile der einzelnen Positionen der Erstellungsaufwendungen am TMR der Fäkal-vergärung. 190
Abbildung 72: Anteile der einzelnen Positionen der Erstellungsaufwendungen am KEA der Fäkalvergärung. 191
Abbildung 73: Anteile der einzelnen Positionen der Erstellungsaufwendungen am GWP 100 der Fäkalvergärung. 192
Abbildung 74: Vergleich der Betriebsaufwendungen der verschiedenen Abwassersysteme für ausgewählte ökologische Indikatoren. 193
Abbildung 75: Der $COMPASS_{radar}$ für das Siedlungsvorhaben für alle ausgewählten Indikatoren. 200
Abbildung 76: Der $COMPASS_{radar}$ für das Siedlungsvorhaben für alle bewerteten Indikatoren. 200
Abbildung 77:Der $COMPASS_{radar}$ für das Abwasserkonzept. 203
Abbildung 78: Screen shot der programmierten COMPASS-Software am Beispiel der ökologischen Bewertung des Doppelhauses der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite. 211

Zusammenfassung

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung nimmt das Handlungsfeld Bauen und Wohnen eine herausragende Stellung ein. Die Bauwirtschaft ist trotz ihrer kritischen Situation mit ca. 100 Mrd. Euro Jahresumsatz ein zentraler Wirtschaftsfaktor in Deutschland. Sie bietet rund einer Millionen Menschen einen Job. Gleichzeitig sind in den letzten Jahren in keiner anderen Branche so viele Insolvenzen und Arbeitsplatzverluste zu vermelden gewesen. Darüber hinaus sind immense Ressourcen und Flächenverbräuche sowie heizwärmebedingte Emissionen auf Grund baulicher Aktivitäten zu konstatieren.

Vielfältige wissenschaftliche, politische und wirtschaftliche Anstrengungen sind in der Vergangenheit auf der nationalen und internationalen Ebene unternommen worden, um diesen sicherlich nicht als nachhaltig zu bezeichnenden Entwicklungen Einhalt zu gebieten; doch bisher ohne sichtbaren Erfolg.

Die vorliegende Arbeit versucht den Ursachen für diese Missstände zunächst in einer umfassenden Betrachtung der Diskussion über nachhaltiges Bauen und Wohnen und daran anschließend am Beispiel des Neubaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite in Lübeck auf den Grund zu gehen und Auswege daraus aufzuzeigen. Zu diesem Zweck werden unterschiedliche Bewertungskonzepte verwendet, die einem Anspruch an eine lebenszyklusweite Betrachtung gerecht werden. Im einzelnen sind dies für die ökologischen Belange das Softwaretool GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung) des Institutes für Kunststoffkunde und Kunststoffprüfung der Universität Stuttgart, das MIPS-Konzept (Materialintensität pro Serviceeinheit) des Wuppertal Institutes für Klima, Umwelt, Energie sowie das Softwaretool GEMIS (Gesamt Emissions Modell Integrierter Systeme) des Öko-Institutes. Zur Beurteilung der Quantität und Qualität der Flächennutzung wurde eigens ein Berechnungsverfahren auf Basis von Hemerobiestufen entwickelt, das den Natürlichkeitsgrad einer Fläche abbildet. Die ökonomischen Belange werden u.a. mit dem BKI-Kostenplaner des Baukosteninformationszentrums analysiert. Zur Beurteilung der sozialen Aspekte wird ein eigenes Untersuchungsraster auf Grundlage nationaler und internationaler Diskussionen entwickelt und angewendet.

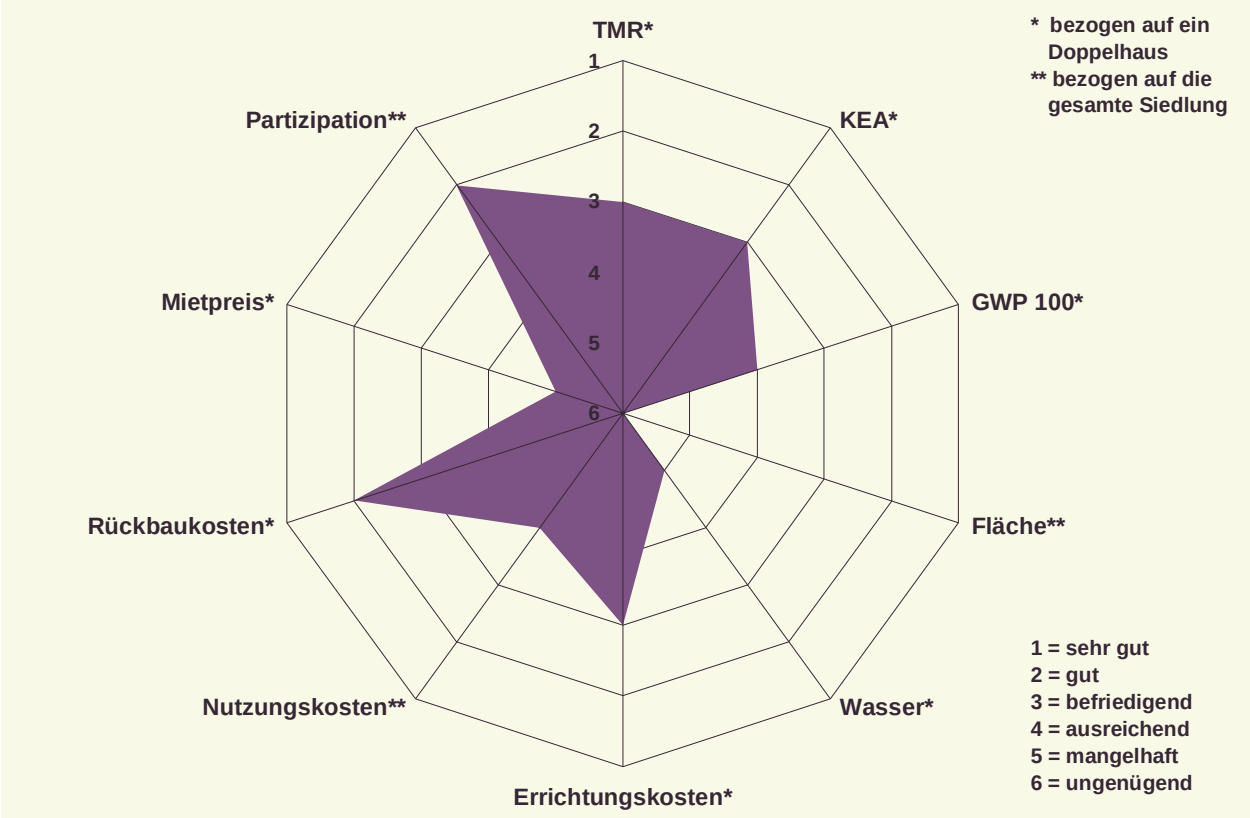
Neben der Berücksichtigung allgemein akzeptierter ökologischer Indikatoren wird in dieser Arbeit auch der Versuch unternommen, ökonomische Indikatoren und Indikatoren zur Messung der Sozialverträglichkeit von Siedlungskonzepten zu erstellen und anhand eines praktischen Beispiels auf ihre Praxistauglichkeit hin zu überprüfen.

Zur Beurteilung des Standes der nachhaltigen Entwicklung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite werden 15 Indikatoren verwendet. Es sind dies:

- Der Total Material Requirement (TMR)
- Der kumulierte Energieaufwand (KEA)
- Das Global Warming Potential bezogen auf 100 Jahre (GWP 100)
- Die Flächennutzung
- Der Wasserverbrauch
- Die Planungs- und Durchführungskosten
- Die Errichtungs- oder Herstellungskosten
- Die Nutzungskosten inkl. der Instandhaltungs- und Wartungskosten
- Die Rückbaukosten
- Der Mietspiegel
- Die Altersstruktur der Einwohner
- Die Einkommensstruktur der Einwohner
- Die Arbeitslosenrate der Einwohner
- Der Anteil erwerbstätiger Frauen an der berufstätigen Bevölkerung
- Die Partizipationsmöglichkeiten der Bewohner

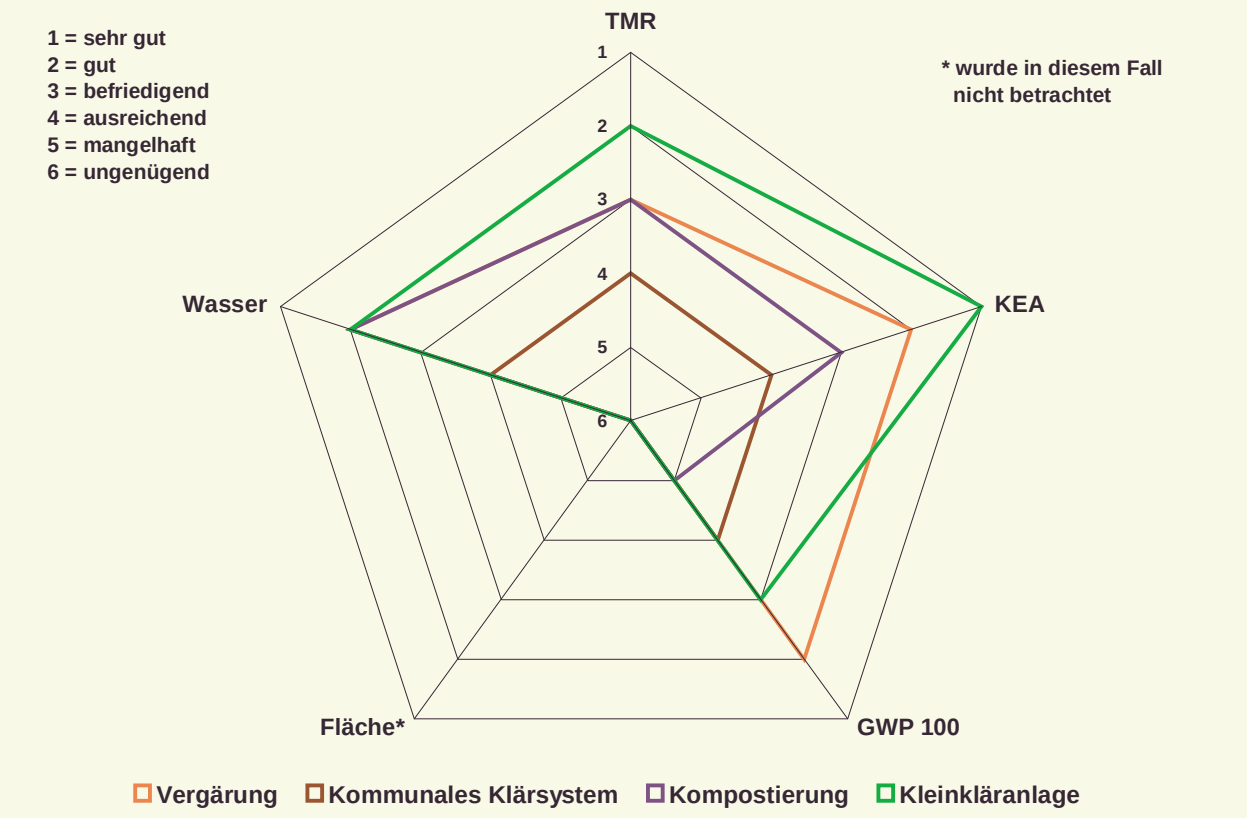
Zur Beurteilung und Visualisierung der einzelnen Indikatoren wird die am Wuppertal Institut entwickelte COMPASS-Methodik (Companies' and Sectors' path to Sustainability) angewendet, die auf Basis des deutschen Schulnotensystems den Zielerreichungsgrad eines Indikators von 1 bis 6 bewertet und mittels einer grün-gelb-roten-Beampelung für alle Akteure kommunikationsfreundlich in einem sog. Indikatorenbaum bzw. dem dazugehörigen Netzdiagramm aufbereitet.

Da der Bauprozess in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite auf Grund der Insolvenzen zweier Bauträger nur deutlich verzögert voran geschritten ist und heute erst 26 der geplanten 119 Wohneinheiten fertig gestellt wurden, musste der Betrachtungsansatz im Laufe der Arbeit reduziert werden, um noch aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Als zentrale Elemente der Betrachtung wurden somit der Hochbau und das erstmalig in dieser Größenordnung eingesetzte Abwasserkonzept fokussiert. Das Abwasserkonzept basiert auf einer Vakuumtechnik, die aus den Flugzeug- oder ICE-Toiletten bekannt ist. Dieses zukunftsweisende integrierte Abwasserkonzept berücksichtigt neben der Wassereinsparung (nur 1 Liter pro Spülgang) die Nutzung von Nährstoffen und des Energieinhalts von Fäkalien und Bioabfall. Dazu wird innerhalb des Konzeptes eine separate Behandlung der Teilströme Grauwasser (Abwasser ohne Fäkalien), Schwarzwasser (Toilettenabwasser), Regenwasser und Bioabfall durchgeführt. Die gemeinsame Bioabfall- und Fäkalienvergärung führt dann zu einer Gewinnung von Biogas, das in dem siedlungseigenen Blockheizkraftwerk zur Energieerzeugung eingesetzt wird. Drei Pflanzenkläranlagen werden zur Reinigung des Grauwassers genutzt. Das Regenwasser versickert direkt über Mulden auf dem 4,9 Hektar großen Siedlungsgelände. Der bei der anaeroben Behandlung verbleibende Flüssigdünger wird in einem Speicherbehälter gesammelt und an die Landwirtschaft abgegeben. So können Nährstoffkreisläufe geschlossen werden.



Da nicht alle Indikatoren auf Grund einer teilweise unzureichenden Datenbasis sowie durch den verzögerten Bauprozess bewertet werden konnten, weist die nachfolgende Abbildung beispielhaft die bewertbaren Indikatoren für ein Doppelhaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite aus.

Da die Note 1 die bestmögliche Bewertung darstellt, zeigt die Abbildung, dass noch ein gewisses Optimierungspotential für die meisten Indikatoren vorhanden ist. Es wird deutlich, dass die Möglichkeiten der Partizipation für die Bewohner der Siedlung als sehr positiv und die perspektivischen Rückbaukosten für das Gebäude als recht niedrig bewertet werden, sich gleichzeitig aber hinsichtlich der Flächennutzung, des Mietpreises und des Wasserverbrauchs deutliche Schwächen offenbaren.



Anders stellt sich die ökologische Beurteilung des Abwasserkonzeptes der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite (Vergärung) dar (siehe Abbildung auf dieser Seite). Im Vergleich mit einer kommunalen Kläranlage, einer Kleinkläranlage und einer Kompostvariante konnte die Vergärungsvariante für die vier betrachteten Indikatoren überzeugen. Die Kleinkläranlage schnitt bei einigen ökologischen Indikatoren besser ab, wobei sie in der ebenfalls durchgeführten Betrachtung der jährlichen Kapitalkosten schlechter lag. Abschließend wurde noch eine Bewohnerbefragung hinsichtlich der Akzeptanz des integrierten Abwasserkonzeptes durchgeführt, die zu recht ermutigenden Ergebnissen geführt hat. Bis auf einige Interventionen bezüglich der Lautstärke des Systems, würde das Gros der Bewohner das Konzept im Falle einer erneuten Entscheidungsmöglichkeit wieder wählen.

Trotz teilweise positiver Ergebnisse muss festgestellt werden, dass diese Baumaßnahme bezogen auf den Hochbau keinen wesentlichen Beitrag in Richtung eines nachhaltigeren Bauens leistet. Bei dem Abwasserkonzept werden entsprechende Potentiale schon eher gesehen, obwohl auch hier noch Optimierungsreserven bestehen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die erforderliche Optimierung ist eine verbesserte Kommunikation aller beteiligten Akteure. Es bedarf hierzu jedoch neuer Denkansätze und Handlungsmöglichkeiten, um die Chancen wahrzunehmen, die sich daraus ergeben, auch über die Fachgrenzen hinweg zu agieren, die Fähigkeit zur Kommunikation als Schlüssel gemeinschaftlichen Handelns zu erkennen und sich für neue Wege zu öffnen. Dazu müssen alle

Akteure, private Funktionsträger und gewählte Vertreter, zu der notwendigen Bildung und Qualifizierung beitragen.

Insgesamt bedarf es nationaler und internationaler Anstrengungen, um die Rahmenbedingungen in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung zu verändern. Die Bundesrepublik hat mit ihrer jetzt verabschiedeten Nachhaltigkeitsstrategie einen wichtigen Beitrag unternommen, den es aber noch mit Leben zu füllen gilt. Darüber hinaus muss auf der internationalen Ebene dringend eine veränderte ehrliche und zielkonformere Ausrichtung der Weltleitverträge von WTO, ILO und UNEP angestrengt werden, ohne die eine nachhaltigere Entwicklung auch weiterhin Utopie bleibt.

Und gegebenenfalls muss sogar noch ein Schritt weiter gegangen werden, um die ressourcenverzehrende Zins- und Zinseszinswirtschaft zu überwinden und den Traum einer nachhaltigen Wirtschaftsordnung leben zu können.

Schlagworte:

- Nachhaltigkeit
- Indikatoren
- Wohnsiedlung

Abstract

In the context of sustainable development, the field of Building and Living is of special importance. Although today the building sector still provides jobs for about one million people in Germany, no other industry has seen as many insolvencies and job losses during the last few years as this one. Apart from that, it has also seen immense consumption of resources and space as well as emissions through room heating as a result of building measures.

In recent years, diverse scientific, political and economic efforts have been made on the national and international level in order to put a stop to these developments which run counter to the idea of sustainable development, but so far without any apparent success.

It is the aim of the present study to detect the reasons for these grievances, taking as an example the new Ecological Housing Estate Flintenbreite, and to demonstrate alternative solutions. For this purpose, different concepts of assessment are employed which meet the requirements of a full life cycle analysis. From the ecological perspective, these are the software tool GaBi (comprehensive balancing) of the Institute for Kunststoffkunde and Kunststoffprüfung of the University of Stuttgart, the MIPS concept (material intensity per service unit) of the Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy as well as the software tool GEMIS (Global Emission Model for Integrated Systems) from the Eco Institute. In order to assess the quantity and quality of the area consumption, a special calculation method was developed on the basis of "Hemerobiestufen", which illustrate the degree of naturalness of a surface area. The BKI Kostenplaner of the Baukosteninformationszentrum, amongst others, is used to analyze the economic factors. In order to assess social aspects, a special assessment method on the basis of national and international discussions is developed and applied.

Apart from taking into account generally accepted ecological indicators, this study also attempts to develop economic indicators as well as indicators for measuring social sustainability of housing development concepts. By means of a working example the practicability of these indicators is examined.

For assessing the degree of sustainability reached at the Ecological Housing Estate Flintenbreite 15 indicators are used. These are:

- The Total Material Requirement (TMR)
- The Accumulated Expenditure of Energy (KEA)
- The Global Warming Potential related to 100 years (GWP 100)
- Area consumption
- Water consumption
- Planning and implementation costs
- Costs of construction and production
- Costs of utilization including maintenance costs
- Costs of pulling down, disposal and restoration
- Average renting costs
- Age composition of the residents
- Income structure of the residents
- Unemployment rate of the residents
- Quota of women employed
- Possibilities of participation of the residents

For assessing and visualizing the several indicators, the COMPASS method (Companies' and Sectors' Path to Sustainability), developed at the Wuppertal Institute, is applied.

Since the process of construction at the Ecological Housing Estate Flintenbreite has been delayed as a result of the insolvencies of two of the developing companies, up to date only 26 of the planned 119 housing units have been completed. Therefore, in order to obtain valuable results

the scientific approach had to be reduced in the course of this study. As the central elements of the approach the building above ground and the sewage concept, which has been used on a larger scale for the first time and which is based on a vacuum technique, are focused on. Apart from savings in water (only 1 liter per flush), this trend-setting, integrated sewage concept takes into account the utilization of nutrients and the energy content of excrements and biological waste. For that purpose, the flows grey water (residues without excrements), black water (toilet residues), rainwater and biological waste are dealt with separately within the whole concept. Through the fermentation of biological waste and excrements, biogas is won which is then used for power production in the housing estate's own cogeneration plant. Three filters (constructed wetlands in the form of sand filters planted with reeds) are used for clearing the grey water. Using hollows on the 4.9 hectare wide housing development area, rainwater can seep away directly. The liquid manure remaining after anaerobic treatment is collected in a reservoir and used for agricultural means. Thus, nutrient cycles can be completed.

Despite partly positive results it must be stated that these building measures, with regard to the building above ground, do not make a valuable contribution as far as more sustainable building is concerned. The sewage concept appears to be more apt to meet this requirement, although optimizing steps have yet to follow.

Stakeholders from many different fields can take such steps in their respective discipline but also with regard to the interdisciplinary perspective. The chance to act beyond the boundaries of one's own discipline, the ability to communicate as a key to joint action as well as the ability to see and open up new paths require new approaches and possibilities of acting. Thus, it is the duty of private persons, functionaries and elected candidates alike to help ensure corresponding education and qualification.

Apart from that, on the international level, it is essential to initiate a changed, honest and consistent orientation of the rules of the WTO, the ILO and the UNEP without which a sustainable development will continue to be a utopia.

And perhaps we may even have to go one step further and overcome an economy of interest and compound interest, that is destroying resources, in order to be able to live the dream of a sustainable economic system.

Key words:
- Sustainability
- Indicators
- Housing Estate

„Schmeicheln wir uns indes nicht zu sehr mit unseren menschlichen Siegen über die Natur. Für jeden solchen Sieg rächt sie sich an uns. Jeder hat in erster Linie zwar die Folgen, auf die wir gerechnet , aber in zweiter und dritter Linie hat er ganz andre, unvorhergesehene Wirkungen, die nur zu oft jene Folgen wieder aufheben. ... So werden wir bei jedem Schritt daran erinnert, dass wir keineswegs die Natur beherrschen, wie ein Eroberer ein fremdes Volk beherrscht, wie jemand, der außer der Natur steht – sondern dass wir Fleisch und Blut und Hirn ihr angehören und mitten in ihr stehn, und dass unsre ganze Herrschaft über sie darin besteht, im Vorzug zu allen andern Geschöpfen ihre Gesetze erkennen und richtig anwenden zu können.“

Quelle: Dialektik der Natur (geschrieben 1873 bis 1883; einzelne Ergänzungen wurden 1885/1886 verfasst) von Friedrich Engels (*28. Nov. 1820, Wuppertal-Barmen - †5. Aug. 1895, London)

1 Einleitung

1.1 Begründung des Vorhabens

Seit der Vorlage des Abschlussberichtes „Our Common Future“ der Brundtland-Kommission der Vereinten Nationen im Jahr 1987 (Hauff 1987), spätestens aber seit der Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro im Jahr 1992 (UNCED 1992) ist die Diskussion über eine nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung[1] (engl. Sustainable Development) fester Bestandteil der internationalen und nationalen politischen, wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Diskussion. In der sog. Rio-Deklaration werden der gemeinsame Wille und die gemeinsame Verantwortung zum Ausdruck gebracht, die Ressourcen der Erde künftig so behutsam zu nutzen, dass alle Länder der Erde gerechte Entwicklungschancen erhalten, die Entfaltungschancen zukünftiger Generationen aber nicht geschmälert werden. Die Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales sind den Vereinten Nationen nach gleichberechtigt im Kanon der nachhaltigen Entwicklungsbemühungen zu berücksichtigen.

Angesichts der unterschiedlichen Auffassungen zur Nachhaltigkeit plädierte die Enquete-Kommission ‚Schutz des Menschen und der Umwelt’ des 13. Deutschen Bundestages dafür, den Nachhaltigkeitsbegriff als „regulative Idee“ (Enquete-Kommission 1998, 28), d. h. ergebnisoffen anzusehen. Ihr zur Folge „ergibt sich nämlich nicht nur das Problem, dass die gesellschaftlichen Vorstellungen von nachhaltig zukunftsverträglicher Entwicklung sowohl zeit-, situations- als auch kultur- und wissensabhängig sind. Darüber hinaus hängen die mit dem Leitbild verbundenen Problemempfindungen und politischen Schwerpunktsetzungen vom jeweiligen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungsstand ab. Eine für alle Gesellschaften verbindliche Definition scheint deshalb ohne Aussicht auf Erfolg. Folglich kann auch nicht vorgegeben werden, wie eine nachhaltig zukunftsverträgliche Gesellschaft oder eine nachhaltige Wirtschaft konkret auszusehen hat“ (Enquete-Kommission 1998, 28). Gleichwohl muss der Nachhaltigkeitsbegriff operationalisiert werden, d. h. es müssen auf der globalen, der regionalen und der kommunalen Ebene gemeinsam anzustrebende Ziele aufgestellt werden, die Zwischenlösungen für die vielfältigen ökonomischen, ökologischen, demographischen, sozialen und kulturellen Problemdimensionen bieten.

[1] Eine Erläuterung des Begriffs Nachhaltige und Zukunftsfähige Entwicklung wird in Kap. 2 vorgenommen. In der Folge wird nur der gängigere Begriff ‚nachhaltig’ verwendet, auch wenn er die in Kap. 2.3 ausgeführten Unzulänglichkeiten aufweist.

Zu den größten Herausforderungen für die Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung gehört der Sektor Bauen bzw. das Bedarfsfeld Wohnen, der bzw. das auf Grund seines hohen Investitionsvolumens und Beschäftigungseffektes von zentraler wirtschaftlicher und sozialer Bedeutung ist und darüber hinaus große ökologische Handlungspotentiale hinsichtlich des Flächen- und Ressourcenverbrauchs sowie der treibhausfördernden Kohlendioxidemissionen (CO_2) aufweist. Demzufolge erfährt die Diskussion um nachhaltiges Bauen und Wohnen national wie international eine hohe Aufmerksamkeit. Allerorten finden Veranstaltungen und Diskussionen statt, die sich um eine Problemkonkretisierung und die Erarbeitung von Lösungskonzepten bis hin zur Umsetzung von Positivbeispielen bemühen. Vieles ist bereits geschehen bzw. initiiert worden, aber erreichen die Vorhaben auch die jeweils formulierten Ziele, z. B. eine Energieeinsparung, kostengünstiges Bauen etc.? Und selbst wenn die gesteckten Ziele erreicht werden, stellt sich die Frage, ob sie weitreichend genug sind und dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung in allen Dimensionen gerecht werden.

Im Laufe der letzten Jahre hatte ich ausgiebig Gelegenheit, mich mit dieser Fragestellung auseinander zu setzen. Es war mir möglich, mich auf nationalen und internationalen Konferenzen sowohl mit akteursspezifischen als auch mit akteursübergreifenden Positionen zu beschäftigen. Dabei handelte es sich häufig nicht um wissenschaftsorientierte Veranstaltungen, sondern es wurden in erster Linie die Bedürfnisse, Ziele und Lösungsansätze von Politikern, Verbandsvertretern, Unternehmern, Gewerkschaftern, Planern etc. zur Sprache gebracht, ohne die wissenschaftliche Fundierung, so weit vorhanden, außer Acht zu lassen. Dabei habe ich zunehmend den Eindruck gewonnen, dass sich von der Vielzahl ‚nachhaltiger Projekte' nur wenige in der Tat verdient gemacht haben. Nicht selten verbirgt sich hinter so genannten nachhaltigen Innovationen ein Etikettenschwindel, bei dem mehr Marketinggesichtspunkte als ‚ehrlicher' Handlungswille im Vordergrund stehen. Werden mittlerweile neben den wirtschaftlichen auch ökologische Ziele benannt und nicht selten realisiert, fristen soziale Aspekte, wie z. B. das generationenübergreifende, das barrierefreie Wohnen etc. zumeist noch ein Schattendasein. Daneben ist eine Großzahl echter Bemühungen zu konstatieren, die aber häufig den Zielkorridor einer nachhaltigen Entwicklung verlassen, weil z. B. die Beurteilungsgrundlage unvollständig und/oder fehlerhaft oder die Zielsetzung von vorneherein unrealistisch war. Insgesamt lässt sich feststellen, dass häufig nur einige Teilaspekte wirklich umgesetzt und andere teilweise oder gänzlich vernachlässigt werden, auch wenn die einheitliche Zielsetzung der Projekte darin bestand, die natürliche Lebensgrundlage zu schonen, rentabel zu wirtschaften und das Vorhaben sozialverträglich umzusetzen.

Noch heute wird nachhaltiges Bauen vielfach mit ökologischem Bauen gleichgesetzt. Diese verkürzte Sichtweise wird zunehmend als unzureichend identifiziert. Zum einen beklagen Wirtschaftsvertreter die mangelhafte Wirtschaftlichkeit offerierter Lösungen und zum anderen gewinnen die an menschlichen Bedürfnissen orientierten dargebotenen Lösungen einen immer höheren Stellenwert in den geführten Diskussionen, wenn auch bisher nur vereinzelt, so doch stetig wachsend.

Eine umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Siedlungsstrukturen endet folglich nicht an der Wohnungstüre, sondern berücksichtigt auch Verkehrsinfrastrukturen, Möglichkeiten der Freizeitgestaltung, Zugänge zu Bildungsorten etc. Wenn nachhaltiges Bauen konsequent umgesetzt werden soll, müssen auf Grund der Akteursvielfalt interdisziplinäre Lösungen gefunden werden, die den unterschiedlichen Anforderungen gerecht werden. Dazu bedarf es in erster Linie einer Bereitschaft und Befähigung zur Kommunikation, die es zu fördern und zu unterstützen gilt. Es lassen sich viele positive Beispiele der Kommunikation und Kooperation anführen: Durch das Verlassen des oft nur kurzfristig bequemeren konventionellen Weges oder durch einen aufgeklärten Blick in die Vergangenheit können Wege beschritten werden, die nicht nur sorgsam mit dem Naturhaushalt umgehen und dem Menschen nützlich sind, sondern sich auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten durchaus rentabel darstellen.

Die zentralen Fragen dieser Arbeit sind demzufolge:

- Inwieweit ist die gegenwärtige Situation im Bereich Bauen und Wohnen mit den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung vereinbar?
- Welche Akteure und Instrumente zur Analyse, zur Umsetzung, zum Management und zur Evaluation der durchgeführten Schritte und Maßnahmen sind geeignet, um sich den teilweise gesetzten, aber sicherlich weiterhin zu präzisierenden Zielen zu nähern?

1.2 Zielsetzung der Arbeit und forschungsleitende Hypothesen

Auch wenn im Laufe der letzten Jahre die Forderung nach einer Operationalisierung von Nachhaltigkeitsstrategien immer lauter wurde und mit immer häufiger anzutreffenden sog. ‚best-practice'-Beispielen dieser vermeintlich auch nachgekommen wird, fehlt eine gründlich formulierte Problem- und Fragestellung, woran sich diese ‚best-practice'-Beispiele erkennen und messen lassen. Um so dringlicher muss dieses Defizit behoben werden. Dieses versucht die vorliegende Arbeit im Folgenden zu beherzigen.
Unter dem Begriff ‚Nachhaltiges Bauen und Wohnen' existiert eine Fülle von Ansätzen wie z. B. das kostengünstige, sozialverträgliche und flächensparende Bauen, die energieoptimierte Passivhausbauweise, die Verwendung klima- und ressourcenschonender Baustoffe, die Berücksichtigung baubiologischer Kriterien, die Integration passiver und aktiver Solarenergienutzung, die Verwendung von Wasserspartechnologien, sowie unternehmerische Dienstleistungsangebote wie Umzugsmanagement, Facilitymanagement etc. Diese unterschiedlichen Ansätze beleuchten jedoch zumeist nur einzelne Aspekte der Nachhaltigkeitsdebatte, ohne die Wechselwirkungen mit den anderen Dimensionen zu berücksichtigen. Häufig mangelt es auch an Messgrößen (Indikatoren), die verlässlich Auskunft über den Zielerreichungsgrad des Vorhabens geben können. Während auf globaler, nationaler, regionaler und kommunaler Ebene Indikatorensysteme zur Messung des Nachhaltigkeitsfortschritts entwickelt wurden (vgl. Kap. 4.1), fehlen solche bei der Beurteilung auf der Siedlungsebene. Eine Ebene darunter, also z. B. auf ein Gebäude bezogen, existieren wieder Indikatoren, die zumindest für die ökologischen und ökonomischen Aspekte zunehmend verwendet und dokumentiert werden.

Neben der grundsätzlichen Auseinandersetzung mit dem Handlungsfeld Bauen und Wohnen vor dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung stellt das spezifische offene Forschungsfeld der Nachhaltigkeitsbeurteilung auf der Siedlungsebene im Zusammenspiel mit der Messung der unterschiedlichen Dimensionen einen gewichtigen Bestandteil dieser Arbeit dar. Um dieser thematischen Auseinandersetzung einen möglichst hohen Praxisbezug zu verleihen, erfolgt die Untersuchung am Beispiel der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite in Lübeck (vgl. Kap. 6).

Vor dem oben geschilderten Hintergrund werden die als innovativ dargestellten Elemente des Siedlungskonzeptes der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite identifiziert, um diese hinsichtlich ihres Beitrages zu einer nachhaltigen Entwicklung quantitativ und qualitativ zu untersuchen. Die vorliegende Arbeit unternimmt ausdrücklich nicht den Versuch, das gesamte Siedlungsvorhaben mit anderen, z. B. konventionellen Bauvorhaben, hinsichtlich eines gewählten Indikatorensatzes zu vergleichen. Vielmehr sollen wesentliche Elemente herausgegriffen werden, die dann einer konkreten Überprüfung mit Hilfe der ausgewählten Indikatoren (vgl. Kapitel 4.5) unterzogen werden. Der Schwerpunkt der Betrachtung in der vorliegenden Arbeit liegt zum einen im Bereich des Hochbaus und zum anderen in dem Bereich des integrierten Abwassermanagements, da auf der ökologischen Ebene der aktuellen Nachhaltigkeitsdiskussion zum einen die Emissionen und Schadstoffe als sog. Outputs und zum anderen die Ressourcenbeanspruchung an Rohstoffen, Wasser und Fläche als sog. Inputs prioritär diskutiert werden. Eine umfassende Bearbeitung der gesellschafts- und

wirtschaftswissenschaftlichen Aspekte des Themas kann diese Arbeit jedoch nur bedingt leisten. Ziel ist es vielmehr, die vielschichtigen Zusammenhänge darzustellen, um so den unentbehrlichen Blick für das Ganzheitliche, d.h. unter Berücksichtigung aller Dimensionen und Akteure, und das Lebenszyklusweite, von der Wiege bis zur Bahre, zu schärfen.

Es wird versucht, Wechselwirkungen zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Belangen zu erkennen, auszuweisen und zu bewerten. So können z. B. ökologisch sinnvolle Maßnahmen, die unter Umständen auch noch wirtschaftlich sind, unter sozialen Gesichtspunkten durchaus fragwürdig sein. Genannt sei an dieser Stelle das Ultraniedrigenergiehaus (ugs. Passivhaus), das einen deutlichen Beitrag zur Energieeinsparung durch einen sehr geringen Heizwärmebedarf (<15 kWh/m^{2}a) aufweist und, abhängig von der Höhe der aktuellen Energiepreise, auch noch durchaus wirtschaftlich sein kann. Darüber hinaus bringt es für die Bewohner eine deutliche Steigerung der Behaglichkeit durch eine Reduzierung der ‘Zugluft’ mit sich. Dennoch gibt es immer wieder Äußerungen von Menschen, die sich vehement gegen dieses Konzept aussprechen, da sie ein gewisses Geräuschumfeld für das eigene Wohlbefinden benötigen und einfordern und dieses den Passivhäusern absprechen. Bei einer lebenszyklusweiten Betrachtung ist darauf zu achten, dass sich scheinbare mögliche Vorteile nicht im Nachhinein als nachteilig herausstellen. So darf z. B. die Einsparung von Heizenergie in der Nutzungsphase von Gebäuden nicht erkauft werden, indem zur Produktion der Dämmmaterialien mehr Energie eingesetzt werden muss, als sie während ihrer Lebensdauer wieder einsparen können. Eine aussagekräftige Bewertung liegt also nur dann vor, wenn sie „von der Wiege bis zur Bahre bzw. Wiege“ (Schmidt-Bleek 1994b) bilanziert.

Der analytischen Betrachtung des gegenwärtigen Standes des Bauens und Wohnens am Beispiel der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite liegt die Absicht zu Grunde, die folgenden zentralen Hypothesen dieser Arbeit zu verifizieren:

1. Es reicht nicht aus, die technischen Aspekte zu perfektionieren, um den Anforderungen an ein nachhaltiges Bauen zu genügen.
2. Eine soziale, das Psychisch-emotionale einschließende, Dimension bleibt in der Diskussion um nachhaltiges Bauen und Wohnen oft zu wenig berücksichtigt, da sie zum einen schwer zu beschreiben und zu quantifizieren ist und ihr zum anderen in unserer Gesellschaft nur eine untergeordnete Rolle zugeschrieben wird.
3. Die Möglichkeit der Beteiligung von Nutzern und Bewohnern bei Planung und Nutzung sowie das Herstellen von Verantwortlichkeiten durch deren zielgerichtete Einbindung hat einen relevanten Einfluss auf ein nachhaltiges Konsumverhalten.
4. Die Sicherung der Qualität bei der Planung und Ausführung des nachhaltigen Bauens erfordert den Aufbau einer intensiven Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren.
5. Nachhaltiges Bauen und Wohnen bedarf nicht nur der Veränderungen der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen, sondern erwächst auch aus der Summe kleinteiliger Veränderungen.

Zu diesem Zweck werden unterschiedliche Bewertungskonzepte verwendet, die den genannten Anforderungen an Ganzheitlichkeit und Lebenszyklusweite genügen. Die einzelnen Konzepte werden in den späteren Kapiteln ausführlich vorgestellt. Zur Bewertung der ökologischen Sachverhalte dienen das MIPS-Konzept (Material Input pro Serviceeinheit) des Wuppertal Institutes für Klima, Umwelt und Energie sowie das Modell GaBi (Ganzheitliche Bilanzierung) des Institutes für Kunststoffkunde und Kunststoffprüfung der Universität Stuttgart. Die ökonomischen Belange werden u. a. mit Hilfe des BKI Kostenplaners analysiert. Zur Beurteilung der sozialen Elemente wird ein eigenes Untersuchungsraster auf der Grundlage nationaler und internationaler Diskussionen entwickelt und angewendet. Da meiner Kenntnis bis zum heutigen Tage keine einheitlichen Indikatoren zur Berücksichtigung der Sozialverträglichkeit von

Siedlungskonzepten entwickelt wurden, wird anhand dieses konkreten Beispiels der Versuch unternommen, einen Indikatorensatz für die soziale Dimension zu erstellen und auf seine Praxistauglichkeit hin zu überprüfen.

Zur Beurteilung des Zielerreichungsgrades der Nachhaltigkeit der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite werden 15 Indikatoren, die in Kapitel 4.5 eingehender vorgestellt werden, verwendet:

- Der Total Material Requirement (TMR)
- Der kumulierte Energieaufwand (KEA)
- Das Global Warming Potential bezogen auf 100 Jahre (GWP 100)
- Die Flächennutzung
- Der Wasserverbrauch
- Die Planungs- und Durchführungskosten
- Die Errichtungs- oder Herstellungskosten
- Die Nutzungskosten inkl. der Instandhaltungs- und Wartungskosten
- Die Rückbaukosten
- Der Mietspiegel
- Die Altersstruktur der Einwohner
- Die Einkommensstruktur der Einwohner
- Die Arbeitslosenrate der Einwohner
- Der Anteil erwerbstätiger Frauen
- Die Partizipation der Bewohner

Obwohl diese Dissertation eine Verknüpfung von Wissenschaft und Praxis aufweist, werden zu guter Letzt keine Pauschalrezepte nachhaltigen Bauens aufgestellt. Vielmehr werden Grundsätze nachhaltigen Bauens und Wohnens skizziert, die im besten Falle

- Planer dazu animieren, in dargestellter Art und Weise eigene nachhaltige Ansätze zu entwerfen und umzusetzen,
- Bauträger und andere Unternehmen der Bauwirtschaft davon überzeugen, neue Wege nachhaltigen Planens, Bauens und Betreibens als betriebswirtschaftliche Chance zu sehen,
- Kommunen und Städte dazu bewegen, ihrer Verantwortlichkeit im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung nachzukommen und ihren Handlungsspielraum nicht durch kurzsichtige Verkäufe eigener Flächen immer weiter einzuschränken, sondern im Gegenteil mit gutem Vorbild voranzuschreiten und die ihnen gegebenen Handlungsspielräume, z. B. im Planungsrecht, gänzlich auszuschöpfen,
- die für die Aus- und Weiterbildung Zuständigen motivieren, die notwendigen Standards in die Schulungen einfließen zu lassen und ggf. dafür neue unkonventionelle Bündnisse zu schmieden und
- Trägern von Forschungsvorhaben deutlich macht, dass neben eindimensional fokussierten Förderprogrammen, z. B. der Heizenergieeinsparung, Aspekte der Partizipation und Kommunikation mehr als bisher zu unterstützen sind, damit die entsprechenden Quartiersqualitäten und Qualitätsstandards nicht nur auf dem Papier erreicht werden.

Wenn diese Arbeit dazu beitragen kann, den Blick ‚über den akteurseigenen Tellerrand hinaus' zu schärfen, und ggf. als Kommunikationsgrundlage dienen kann, dann betrachte ich die investierte Zeit als sinnvoll verwendet.

Bewusst ist kein rein pragmatischer Ansatz gewählt worden, der sich etwa nur an der Verfügbarkeit von Daten orientiert hat. In dieser Arbeit wurde eher versucht, einen anspruchsvollen Indikatorenrahmen zu definieren, der den Ansprüchen einer lebenszyklusweiten, akteursübergreifenden sowie dimensionsübergreifenden Analyse gerecht wird. Angesichts der lückenhaften Diskussion konnte für einige Indikatoren im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit keine zufrieden stellende Datenbasis ermittelt werden, teilweise mangelt es hinsichtlich einer vergleichenden Bewertung an Referenzdatensätzen. Darüber hinaus erschwerte das verzögerte Baugeschehen in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite die Datenerhebung, so dass das vorliegende Thema mit Sicherheit in seiner Komplexität nicht gänzlich erfasst und bearbeitet werden konnte. Dennoch scheint mir die Auseinandersetzung mit dieser Thematik zwingend und lohnenswert. Denn nur der konstruktive fachübergreifende Diskurs wird es uns hoffentlich eines Tages ermöglichen, der von Bertolt Brecht beschriebenen Lebensweise Einhalt zu gebieten:

> *„Sie sägten die Äste ab, auf denen sie saßen und schrien sich zu ihre Erfahrungen wie man schneller sägen konnte, und fuhren mit Krachen in die Tiefe, und die ihnen zusahen schüttelten die Köpfe beim Sägen und sägten weiter.“*
>
> *Bertold Brecht*

1.3 Gliederung der Arbeit

Um die ausgeführten Ziele zu erreichen, wird in Kapitel 2 der globale, nationale und sektorenspezifische Handlungsrahmen für eine nachhaltige Entwicklung beschrieben. Für diese unterschiedlichen Betrachtungsebenen wird jeweils eine differenzierte Darstellung der aktuellen ökologischen, ökonomischen und sozialen Situation vorgenommen. Mit Hilfe dieser Darstellung soll das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung weiter konkretisiert, die zu beachtenden Rahmenbedingungen ausgeführt sowie die prioritären Handlungsfelder zur Operationalisierung benannt werden.

In Kapitel 3 erfolgt eine ausführlichere Betrachtung des Themenfeldes der nachhaltigen Stadtentwicklung mit dem Schwerpunkt auf den Bereich Bauen und Wohnen. Dieses Kapitel soll dazu beitragen, die zentrale Betrachtungseinheit der vorliegenden Arbeit, die Siedlungs- oder präziser Quartiersebene, im Kontext einer städtischen Entwicklung darzulegen. Aus der Beschreibung gegenwärtiger stadtentwicklungsrelevanter Trends und gesetzlicher Rahmenbedingungen sollen Handlungszwänge und -chancen einer nachhaltigen Quartiersentwicklung aufgezeigt werden.

Basierend auf den Analysen der vorangegangenen Kapitel, stellt Kapitel 4 unterschiedliche Initiativen vor, die sich um die Operationalisierung einer nachhaltigen Entwicklung mittels Indikatoren bemühen. Abgeleitet aus diesen Initiativen und um eigene Indikatoren erweitert, wird ein Indikatorensatz bestehend aus 21 Indikatoren entwickelt. Diese 21 Indikatoren, bestehend aus jeweils sieben ökologischen, ökonomischen und sozialen Indikatoren, sollen die unterschiedlichen Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung auf der Ebene einer Wohnsiedlung abdecken.

In Kapitel 5 wird eine geeigneten Methodik dargestellt, die zur Bewertung, Beurteilung, Optimierung und Vermittlung indikatorengestützter Analysen herangezogen werden kann. Die sogenannte COMPASS-Methodik bedient sich dazu eines einfachen Bewertungsschemas nach dem Schulnotenprinzip und der visualisierten Darstellung anhand einer Beampelung mit den Farben rot, gelb und grün, die den Grad der Handlungsnotwendigkeiten aufzeigen. Um diese Methodik möglichst vielen Akteuren zugänglich zu machen, wurde im Rahmen dieser Arbeit

auch ein Microsoft® Excel-gestütztes EDV-Werkzeug entwickelt, welches Bestandteil der beiliegenden CD ist.

In Kapitel 6 wird dieser Indikatorensatz an einem Beispiel auf seine Praktikabilität und Aussagekraft hin überprüft. Dazu wird zunächst die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite detailliert dargestellt und analysiert. Daran anschließend wird die Siedlung anhand des erstellten Indikatorensatzes einer Nachhaltigkeitsbetrachtung unterzogen.

In Kapitel 7 werden die Ergebnisse anschaulich und umfassend dokumentiert. Aus den Ergebnissen lässt sich schlussfolgern, welche Indikatoren auf der Ebene von Wohnsiedlungen aussagekräftig und praxisnah verwendet werden können und welche den Praxistest nicht bestanden haben.

Die Arbeit schließt mit Kapitel 8, das die vorher erzielten Ergebnisse als Fazit in akteursspezifische Handlungsempfehlungen und Optimierungspotentiale überführen wird. In einem Ausblick werden Aussagen für notwendige Schritte zur Forcierung der Nachhaltigkeitsbestrebungen im Sektor Bauen und Wohnen getroffen.

„Wir brauchen nicht so fortzuleben wie wir gestern gelebt haben. Macht euch nur von dieser Anschauung los, und tausend Möglichkeiten laden uns zu neuem Leben ein."

Quelle: Christian Morgenstern

2 Nachhaltige Entwicklung

2.1 Einführung

Vor dem Hintergrund sich weltweit zuspitzender ökologischer, sozialer und ökonomischer Probleme (vgl. Kap. 2.2.1 bis 2.2.4) ist im Laufe der letzten Jahrzehnte eine Debatte zu der Frage in Gang gekommen, welches die Leitlinien einer nachhaltigen Entwicklung [2] unserer Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft sein könnten. Eine nachhaltige Entwicklung wurde erstmalig 1987 von der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (WCED)[3] charakterisiert als „das Handeln, das die Bedürfnisse heutiger Generationen befriedigt, ohne die Befriedigung der Bedürfnisse kommender Generationen zu gefährden" (Hauff 1987). Zur Sicherung der Lebensgrundlagen heutiger und künftiger Generationen ist eine nachhaltige Entwicklung in Nord und Süd notwendige Voraussetzung. Somit kann die Frage der Verteilungsgerechtigkeit als Ursprung der Nachhaltigkeitsdiskussion bezeichnet werden.
In der auf der Weltkonferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung 1992 in Rio de Janeiro[4] verabschiedeten Agenda 21, dem Aktionsprogramm der Vereinten Nationen für das 21. Jahrhundert[5], wurde dieses Leitbild der nachhaltigen Entwicklung weiter konkretisiert. Der Agenda 21 folgend, ist die weitere Entwicklung nur dann nachhaltig, wenn sie

- dauerhaft umweltgerecht,
- sozial verträglich und
- wirtschaftlich tragfähig ist sowie
- die gesellschaftlich wichtigen Gruppen beteiligt.

Zur Veranschaulichung lassen sich diese Anforderungen als die sog. drei Dimensionen (Ökologie, Ökonomie und Soziales) der Nachhaltigkeit darstellen und werden dann als Dreieck der Nachhaltigkeit bezeichnet.

[2] Vgl. den Bericht der (Enquete-Kommission 1993).

[3] Nach der Vorsitzenden wird diese Kommission oft ‚Brundtland-Kommission' genannt, die auch den nachfolgend genannten Brundtland-Bericht erstellt hat (WECD 1987).

[4] http://www.un.org/esa/sustdev/

[5] http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm

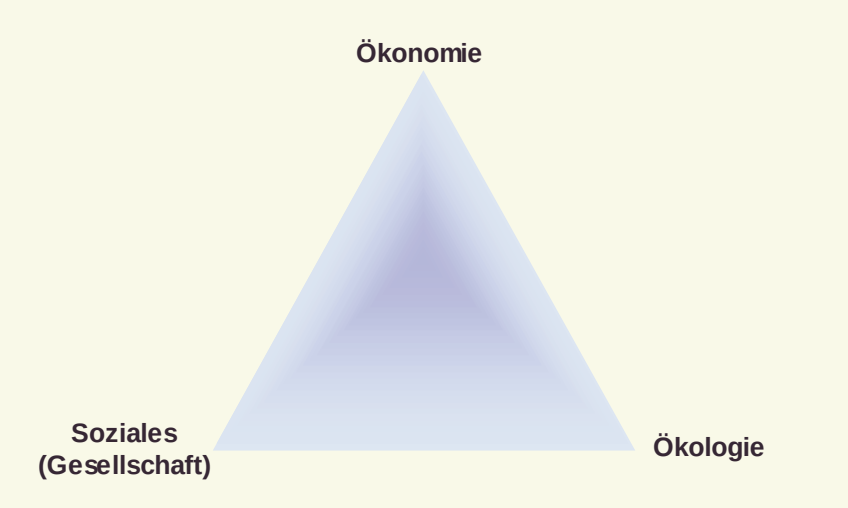


Abbildung 1: Die drei Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung.

Mit der Agenda 21 hat die UN-Konferenz von Rio Leitlinien festgelegt, wie die globale Entwicklung im 21. Jahrhundert international, national, regional und lokal auf eine tragfähige Basis gestellt werden kann. In vierzig Einzelkapiteln werden sieben sektorenübergreifende (z. B. Armutsbekämpfung) und vierzehn sektorenspezifische Themen (z. B. Bekämpfung der Entwaldung) angesprochen. Im Einzelnen werden die Rollen gesellschaftlich relevanter Gruppen für eine zukunftsverträgliche Entwicklung und die Möglichkeiten der Umsetzung der Agenda im nationalen und internationalen Raum thematisiert.

Zu den wichtigen Beschlüssen der Rio-Konferenz 1992 gehören neben der Rio-Deklaration[6] und der Agenda 21 (s. o.) die Klimarahmenkonvention[7], die Konvention zum Schutz der biologischen Vielfalt[8], die Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung[9] und die Waldgrundsatzerklärung[10].

Bevor in Kapitel 2.3 die verschiedenen Ebenen der Diskussion um die Operationalisierung des Leitbildes, die bisherigen Erkenntnisse und Kontroversen der Diskussion sowie die daraus resultierenden Folgen dargestellt werden, gibt das nachfolgende Kapitel 2.2 einen Überblick über die internationalen wie auch nationalen ökologischen, ökonomischen und sozialen Rahmenbedingungen, die einer Operationalisierung zu Grunde liegen.

2.2 Allgemeiner Überblick zum Stand der ökologischen, ökonomischen und sozialen Entwicklung

Auf den ersten Blick mag das nahezu einheitliche Bekenntnis der Weltstaatengemeinschaft zum Leitbild der nachhaltigen Entwicklung bei dem einen oder anderen Verwunderung auslösen. Eine genauere Analyse offenbart jedoch die Ernsthaftigkeit der Entscheidung zu Grunde liegenden Handlungszwänge. Die Entwicklungsdisparitäten zwischen den ‚reichen' Ländern des Nordens und den ‚armen' Ländern des Südens wurden immer offensichtlicher. Die internationalen statistischen Ämter und öffentlichen Organisationen wie die Vereinten Nationen wiesen immer häufiger auf die dramatischen Weltarmutsberichte hin. Steigende

[6] http://www.un.org/documents/

[7] http://www.unfccc.int/

[8] http://www.biodiv.org/

[9] http://unccd.org/main.php

[10] http://www.un.org/documents/

Bevölkerungszahlen und die zunehmende Nahrungsmittelunterversorgung, z. B. in vielen Teilen Afrikas, führten zu immer wieder neuen, erschreckenden Todesnachrichten. Die Häufigkeit und das Ausmaß der Unterversorgung und Todesfälle stellten sich in bis dahin nicht gekanntem Maße dar. Immer deutlicher wurde auch die Abhängigkeit der Länder der Südens z. B. von den Düngemitteln der Industrienationen. In einem verstärkten Düngemitteleinsatz sahen und sehen sie teilweise auch noch heute eine (Teil-)Lösung ihrer Nahrungsmittelprobleme. Diese Sichtweise wurde und wird von den meisten Industrieländern zum Wohle der eigenen Exportwirtschaft gefördert, mutmaßlich auf Grund der zwingenden Produktionsspirale der gängigen Wirtschaftsordnung mit ihrem umwelt- und gesellschaftszerstörenden Zins- und Zinseszinssystem (vgl. Kap. 8.3).

Bereits 14 Jahre vor dem Brundtland-Bericht an die Vereinten Nationen (vgl. Kap. 2.1) wies der Bericht an den Club of Rome (Meadows et al. 1973) in den 70er Jahren auf die in Zukunft zu erwartenden, entwicklungsbegrenzenden Ressourcenengpässe hin. Diese Sichtweise wurde in den achtziger und beginnenden neunziger Jahren auf Grund neuer Modelle von der Erkenntnis der begrenzten Belastungsfähigkeit der Umwelt abgelöst (Meadows et al. 1992). Über die ökologischen Aspekte hinaus wurden auch in ökonomischer und sozialer Hinsicht die Unzulänglichkeiten der (Welt-)Entwicklung immer offensichtlicher. Trotz immenser weltweiter Anstrengungen seit der Rio-Konferenz, sind immer noch, und teilweise noch drastischere, alarmierende Signale nicht zu übersehen, die auf eine nicht nachhaltige Entwicklung hindeuten.

Die nachfolgenden Abschnitte sollen die oben angesprochenen Themen vertiefen, wobei ein Schwerpunkt auf die Themen gelegt wird die, wie z. B. die Flächennutzung, für den Bereich Bauen und Wohnen eine besondere Relevanz besitzen.

2.2.1 Aspekte internationaler ökologischer Entwicklung

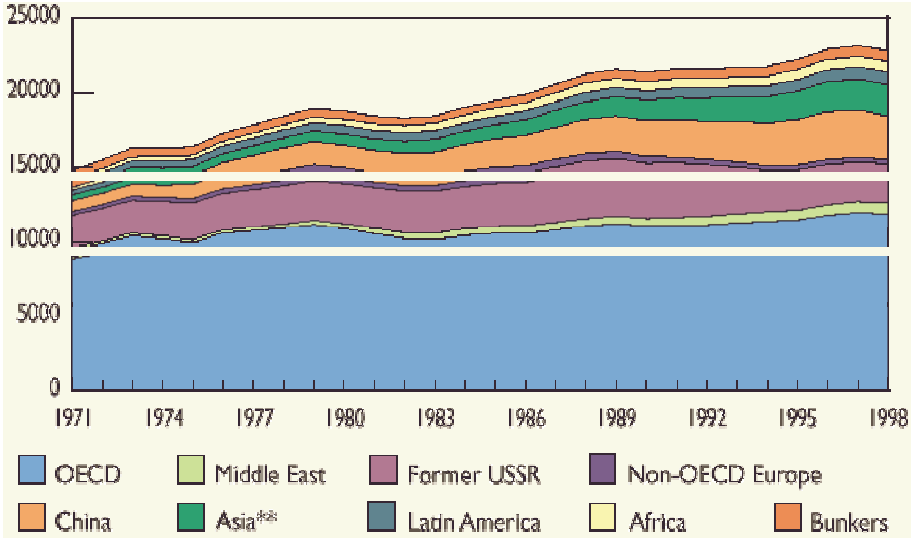
Weltweit schätzt die Uno-Umweltbehörde UNEP die von Verödung bedrohten Gebiete auf insgesamt 3,6 Milliarden Hektar in mehr als 110 Staaten der Erde. Das entspricht der 3,5-fachen Fläche Europas oder knapp einem Viertel der globalen Landmasse. Trockenheit und Wüstenbildung bedrohen das Leben von über 1,2 Milliarden Menschen, wovon etwa ein Fünftel unmittelbar von der Bodenvernichtung betroffen ist. Nach Schätzungen der Uno-Organisation für Ernährung und Landwirtschaft gehen jährlich fünf bis sieben Millionen Hektar Acker- und Weideland infolge von Erosion und Auslaugung unwiederbringlich verloren. Nach Angaben des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung sind allein zwischen 1981 und 1995 rund 580.000 Quadratkilometer Afrikas zu Staub zerfallen. Das entspricht einem Landverlust von rund 100 Quadratkilometern pro Tag. Auf diese Weise geht in nur 8-9 Tagen eine Fläche von der Größe Berlins verloren. Eine ähnliche Entwicklung ist in China zu beobachten, wo die Wüste Gobi bis auf rund 100 Kilometer an die Hauptstadt Peking herangerückt ist und die Regierung seit 2 Jahrzehnten verzweifelt versucht diesen Vormarsch der Wüste mit eigens eingerichteten Baumpflanzungen zu stoppen. Dass diese Aktivitäten nicht unbedingt von Erfolg gekrönt sind, belegt die viermalige Zunahme von Sandstürmen im Vergleich mit den fünfziger Jahren, die heute über Peking eine Million Tonne Sand pro Jahr abladen.
Dass von diesem Phänomen nicht nur die Entwicklungsländer betroffen sind wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass auch 12% der europäischen Landmasse, insbesondere auf der iberischen Halbinsel, als von Verödung bedroht gelten und damit vielfältige soziale und wirtschaftliche Probleme absehbar seind (Bethge 2000).

2.2.1.1 Energienutzung und Kohlendioxidemissionen

Aus ökologischer Sicht wird in der internationalen Debatte vor allem der Ausstoß an Kohlendioxid (CO_2) als Treibergröße eines Weltklimawandels (Treibhauseffekt) thematisiert. Zeugnis legen darüber die seit Rio regelmäßig stattfindenden Weltklimakonferenzen ab, auf

denen eine weltweite Umsetzung der Klimarahmenkonvention zur Reduzierung des CO_2-Ausstoßes abgestimmt werden soll.[11]

Abbildung 2 zeigt, nach Regionen aufgeteilt, sehr anschaulich den Anstieg der weltweiten CO_2-Emissionen von 1971 bis 1998. Deutlich wird der Anteil mit über 50 % an den Gesamtemissionen der OECD-Länder und die Zunahme der Emissionen in Asien und China. Innerhalb der OECD-Staaten entfallen die größten Anteile an den weltweiten Emissionen mit rd. 24 % auf die USA, gefolgt von Japan mit ca. 5 % und Deutschland mit 4 %.



***Asien ohne China*

Abbildung 2: Entwicklung der weltweiten energiebedingten Kohlendioxidemissionen in Mt CO_2 von 1971 bis 1998 nach Regionen (International Energy Agency).

Eine Betrachtung der CO_2-Emissionen pro Kopf zeigt die besondere Belastung durch die Industrienationen. Im Gegensatz zum weltweiten Durchschnitt von 3,8 t pro Einwohner, entfallen z. B. auf Luxemburg 27,5 t, die USA 19,8 t, Australien 16,4 t und Kanada 15,8 t. Deutschland liegt mit 10,9 t zwar immer noch deutlich über dem Weltdurchschnitt, aber im internationalen Vergleich nur an 9. Stelle.

Da die CO_2-Emissionen hauptsächlich aus Verbrennungsprozessen von Energieträgern resultieren, gelangt eine vergleichende Betrachtung des Primärenergieverbrauchs der 15 EU Länder folglich zu einem recht ähnlichen Ergebnis. Abbildung 3 zeigt, dass der deutsche Primärenergieverbrauch pro Kopf im Vergleich mit den anderen Staaten der Europäischen Union mit 6,83 % (167,06 Gigajoule) nur an 6. Stelle liegt. Spitzenreiter ist auch hier Luxemburg mit 13,98 %, gefolgt von Belgien mit 9,27 %. Das Schlusslicht bildet Portugal mit 3,31 %.

[11] Fundierte Grundlagen zum Klimawandel sind z. B. über das 1988 gegründete Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC; http://www.ipcc.ch/pub/spm22-01.pdf) bzw. über die Homepage zur Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC; http://www.unfccc.de/index.html) erhältlich. Bisher haben weltweit 186 Staaten die Klimarahmenkonvention (http://www.unfccc.int/resource/conv/index.html) der Vereinten Nationen ratifiziert.

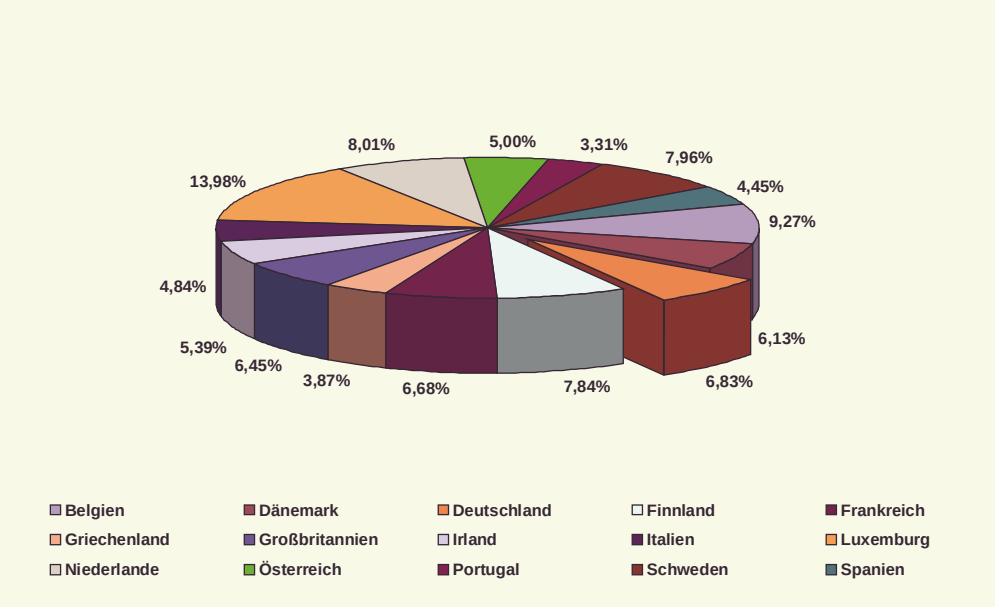


Abbildung 3: Prozentuale Verteilung des Primärenergieverbrauchs pro Kopf in den 15 EU Staaten im Jahr 1998 (eigene Darstellung nach http://www.strom.de/sw_ld102.htm).

Trotz erheblicher Anstrengungen Energie effizienter zu nutzen ist der Verbrauch kaum gesunken. Die Europäische Umweltbehörde (EEA) berichtete 1995, dass sich die Produktionsprozesseffizienz im Zeitraum von 1970 bis 1990 verbessert habe: Sowohl die Energieintensität (20 %) als auch die Materialintensität (50 %) hatten in allen zwölf Mitgliedsstaaten abgenommen (EEA 1995). Diese Entwicklung war auf einen Strukturwandel von energieintensiver Schwerindustrie zu weniger verbrauchsstarken Industriezweigen wie Montage und Dienstleistung zurückzuführen. Ähnliches galt für die neuen Mitgliedsstaaten, die auch einen Modernisierungsprozess mit effizienterem Rohstoff- und Energieverbrauch und höherem Mehrwert eingeleitet hatten. Dennoch sind diese Bemühungen hinsichtlich eines schonenderen Umgangs mit den Energieressourcen und damit eines reduzierten CO_2-Ausstoßes bisher nahezu wirkungslos geblieben (vgl. Abbildung 4).

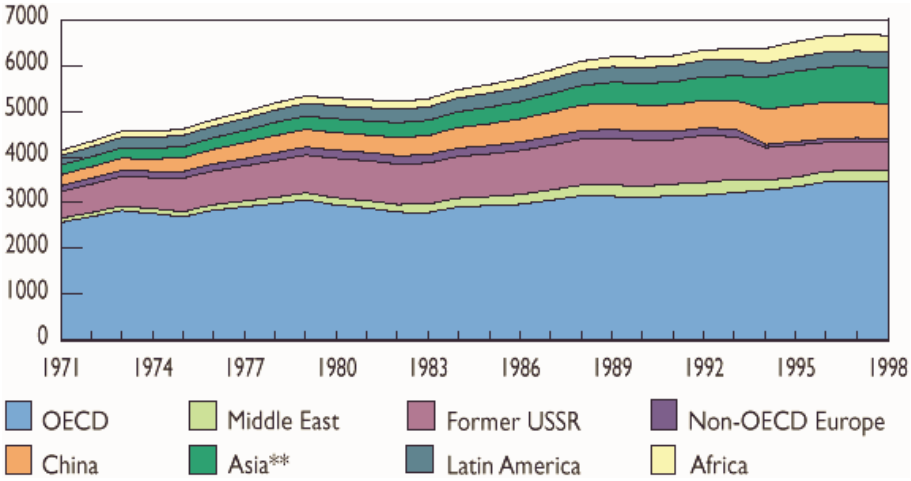


Abbildung 4: Entwicklung des Weltenergieverbrauchs in Mtoe[12] von 1971 bis 1998 (International Energy Agency), ** Asien ohne China.

[12] Mtoe: Millions of tons of oil equivalent; 1 Mtoe entspricht 41.868 PJ

Als Erfolg muss schon gewertet werden, dass trotz eines weltweit gestiegenen Energieverbrauchs einige Emissionen teilweise deutlich reduziert werden konnten und die CO_2-Emissionen der 15 EU-Staaten zumindest leicht zurück gingen (vgl. Abbildung 5). Damit ist die EU für das Jahr 2000 gerade noch im Soll ihrer Beschlüsse des gemeinsamen Umwelt- und Energierates vom 29.10.1990 und 13.12.1991 sowie des Umweltrates vom 15.12.1994 und 9.3.1995. Damals haben die Mitgliedsstaaten der EU sich verpflichtet, die CO_2-Emissionen der Gemeinschaft bis zum Jahr 2000 unter Anwendung von ‚burden sharing' (unterschiedliche Sätze entsprechend der Leistungsfähigkeit der einzelnen Staaten) auf dem Stand von 1990 zu stabilisieren und danach deutlich zu vermindern. Weitere deutliche Erfolge in Richtung einer Verminderung sind bisher jedoch nicht erkennbar.

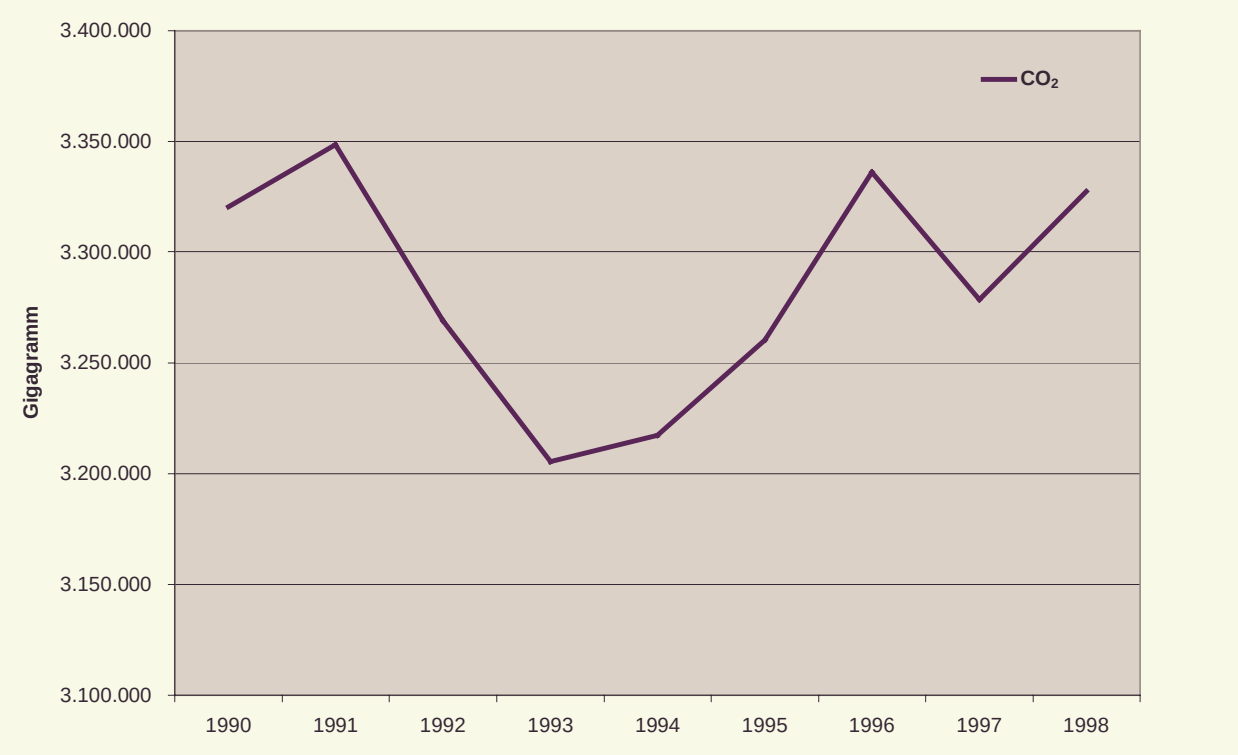


Abbildung 5: Entwicklung der Emissionen in der Europäischen Union von 1990 bis 1998, ohne Kohlendioxid (eigene Berechnung nach Angaben der UNFCCC).

Die Mitgliedsstaaten der EU vereinbarten im Ministerbeschluss vom 03. März 1997 als Verhandlungsziel für das in Kioto 1997 zu verhandelnde Klimaschutzprotokoll, alle entwickelten Industrieländer zur Reduktion der drei wichtigsten Treibhausgase Kohlendioxid, Distickstoffoxid und Methan um 15 % bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 zu verpflichten. Die EU-Umweltminister haben sich zunächst über eine Aufteilung von Emissionsreduzierungen auf die einzelnen Mitgliedsstaaten geeinigt. Dadurch wird eine Gesamtminderung von 10 % erreicht, die Minderung der restlichen 5 % bleibt noch zu klären.

2.2.1.2 Der globale Ressourceneinsatz

War Anfang der 90er Jahre die umweltwissenschaftliche Diskussion noch sehr stark von einer Ausrichtung auf die Emissionen geprägt, gewannen in der Folge die Aspekte des vorsorgenden Umweltschutzes und damit einer inputseitigen Betrachtung (vgl. Kap. 4.4.2) zunehmend an Bedeutung. Es setzte sich zunehmend die Erkenntniss durch, dass ein dem Nachhaltigkeitsprinzip verpflichtetes Wirtschaften einen möglichst schonenden Umgang mit der Natur und ihren Ressourcen verlangt, damit auch den nachfolgenden Generationen noch eine intakte Umwelt zur Verfügung steht. Die Inanspruchnahme der Umwelt lässt sich über die

natürlichen Einsatzfaktoren wie Rohstoffverbrauch, Energieverbrauch und die Art und Intensität der Bodennutzung messen. Die Entwicklung von Menge und Produktivität der Einsatzfaktoren zeigt allerdings nur, ob und inwieweit ein schonender Umgang mit dem jeweiligen Faktor stattfindet. Dieser Indikator erlaubt jedoch keine Aussage darüber, in welchem Umfang das Ziel der ökologischen Nachhaltigkeit erreicht wurde.

Eine Studie (Adriaanse et al. 1997) für vier entwickelte Industrieländer – die USA, Japan, Deutschland und die Niederlande – zeigt folgenden Trend auf: Um beim heutigen Stand der Technik ihre Güter und Dienstleistungen bereitstellen zu können, betreiben diese Länder einen jährlichen Pro-Kopf-Materialaufwand von 45 bis 85 Tonnen an Primärmaterial, die Nutzung von Luft und Wasser ausgeschlossen (vgl. Abbildung 6). Diese Zahlen geben das immense Ausmaß von Rohstoffabbau, Landschaftsveränderung, Bodenerosion sowie des direkten Verbrauchs an natürlichen Stoffen für die Aufrechterhaltung des gegenwärtigen Niveaus der volkswirtschaftlichen Aktivität und des Lebensstandards wieder.

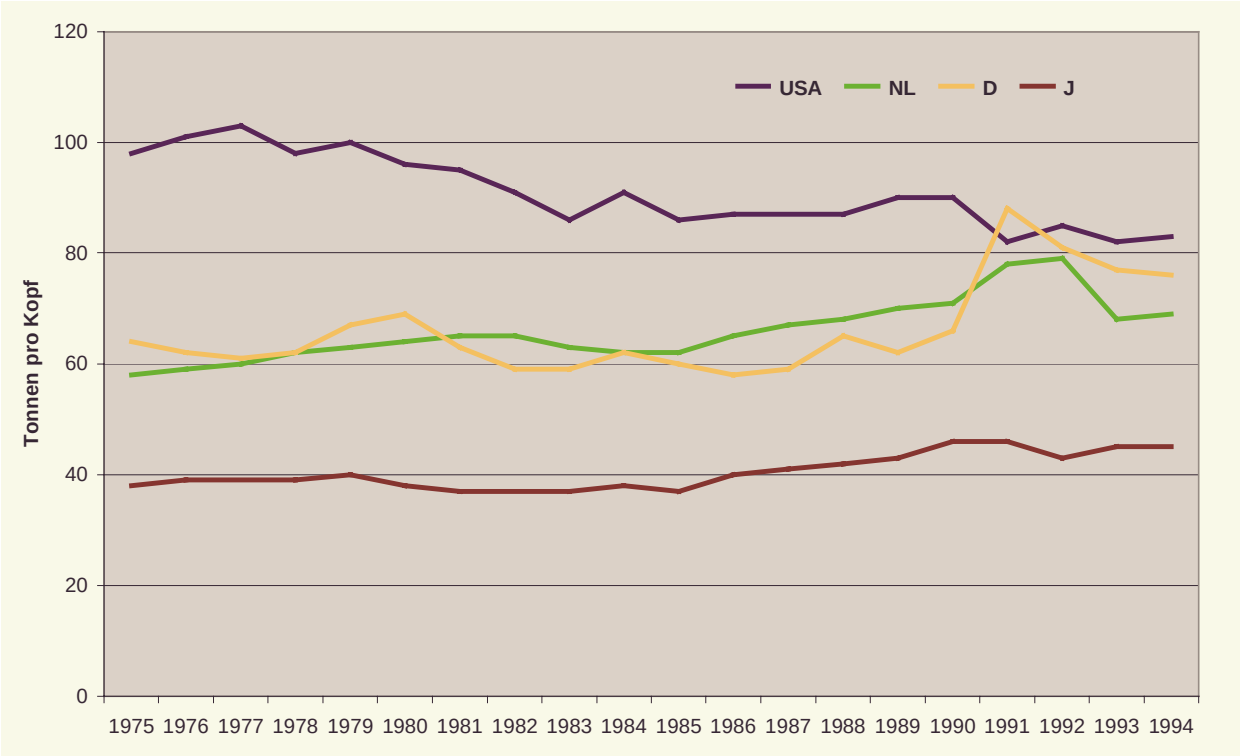


Abbildung 6: Globaler Materialaufwand (TMR) (Adriaanse et al. 1997).

Anhand der Abbildung lässt sich ablesen, dass diese vier Industriestaaten gegen Ende der 80er Jahre begannen, Ökoeffizienzstrategien in ihre Wirtschaftsweise zu integrieren und somit den Naturverbrauch bei gleich bleibender oder sogar zunehmender Wertschöpfung zu reduzieren. Neuere Abschätzungen scheinen jedoch auf eine erneute Kopplung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum hinzudeuten. Dieser Effekt wird um so deutlicher, wenn bei der Bewertung der Materialintensitäten dieser Volkswirtschaften die so genannten „ökologischen Rucksäcke“ als Teil des globalen Materialaufwands (TMR = Total Material Requirement) mitberücksichtigt werden. Dabei geht es nicht um direkt zugeführte Stoffe, den so genannten direkten Materialinput wie z. B. Rundholz für Sägewerke oder das von Raffinerien eingesetzte Rohöl. Der TMR bezieht zusätzlich Aufbereitungsabfälle und verlagerte Massen mit ein. Hierunter fallen sowohl Stoffe die zusammen mit den gewünschten Ressourcen aus der Umwelt entnommen werden um die wirtschaftlich verwertbaren Materialien zu gewinnen (z. B. der nicht verwertbare Anteil, der bei der Konzentration von Eisenerzen anfällt), als auch z.B. das zur

Gewinnung von Rohstoffen bzw. zum Bau von Infrastrukturen bewegte Material (z. B. den im Bergbau anfallenden Abraum). Die ökologischen Rucksäcke stellten 1991 zwischen 55 % und 75 % des globalen Materialaufwands der vier untersuchten Industriestaaten dar, wobei ein Teil der Ressourcenentnahme – in Deutschland 5 %, in Japan 50 %, in den Niederlanden 70 % – jenseits der Landesgrenzen stattfand. Anders gesagt verursachen wir mit unserem Lebensstil indirekt gewaltige so genannte ‚ökologische Fußabdrücke'[13]. Ein Deutscher hat heute einen ökologischen Fußabdruck von etwa 4 Hektar. Bei über 80 Millionen Einwohnern sind das über 3,2 Millionen Quadratkilometer, etwa neunmal die Fläche Deutschlands – wir exportieren sozusagen Fußabdrücke. Man könnte auch sagen, dass „Deutschland und Japan hoffnungslos überbevölkert, während Indien und China oder Ägypten noch nicht überbevölkert sind" (Weizsäcker und Seiler-Hausmann 1999, 9).

2.2.2 Aspekte internationaler wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung

Die weltwirtschaftliche Entwicklung hat sich seit Mitte 2000 deutlich verlangsamt. Damit endete eine Phase hoher Dynamik. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute machte dafür im Frühjahr 2001 zum einen die hohen Ölpreise verantwortlich, die die wirtschaftliche Aktivität dämpften, und zum anderen die Ziele der Geldpolitik, bis zur Jahresmitte das hohe konjunkturelle Tempo zu verringern und so einer Inflationsbeschleunigung entgegenzuwirken. Diese geringere konjunkturelle Expansion war somit wirtschaftspolitisch gewollt. Besonders deutlich war der konjunkturelle Rückgang in den USA zu beobachten. Damit lahmte die maßgebliche Antriebskraft der Weltwirtschaft. Auch der japanische Markt geriet nach einer ohnehin zögerlichen konjunkturellen Belebung im Laufe des letzten Jahres wieder ins Stocken. Binnenwirtschaftliche Auftriebskräfte konnten den Wegfall außenwirtschaftlicher Impulse nicht kompensieren. Im Euroraum war eine ähnliche Entwicklung zu beobachten, wenn auch in abgeschwächter Form. Sie war maßgeblich durch die nur langsam steigenden Realeinkommen infolge des Kaufkraftabflusses in die Ölexportländer bedingt.
Auf Grund der Abschwächung der Konjunktur kann davon ausgegangen werden, dass zuständige Banken, wie z. B. die Europäische Zentralbank (EZB), die Leitzinsen senken werden. In zahlreichen Ländern Europas und in den USA werden die Steuern bereits reduziert. Insgesamt gehen die Experten davon aus, dass die Dynamik der Weltwirtschaft in den kommenden Monaten verhalten bleiben wird. Auch wenn die Ölpreise wieder gefallen sind, prägt vorerst die konjunkturelle Abschwächung in den USA das globale, wirtschaftliche Klima.

Neben dieser weltwirtschaftlichen Betrachtung auf ‚Börsenebene' sollen nachfolgend die sozial-ökonomischen und ökologisch-ökonomischen Relationen in Auszügen dargestellt werden. Ganz allgemein lässt sich sagen, dass sich trotz eines stetig steigenden Welt-Bruttosozialprodukts die Lebensbedingungen oder besser gesagt die Lebensqualität nicht annähernd in gleicher Größenordnung entwickelt haben.

Ein kürzlich von Unternehmen der Versicherungsbranche, dem United Nations Environment Programme (UNEP) und Finanzdienstleistern erstellter Bericht bezifferte die finanziellen Verluste in Folge einer Zunahme von tropischen Zyklonen, einer Reduzierung der Landfläche auf Grund steigender Meeresspiegel sowie einer Beeinträchtigungen der Fischbestände, Landwirtschaft und Wasserversorgung auf rund 304,2 Billionen Dollar (UNEP 2001). In tief liegenden Staaten wie den Malediven oder den Marshall Islands könnten die klimabedingten Schäden bis zum Jahre 2050 eine Größenordnung von rund 10 % des Bruttosozialprodukts ausmachen.

[13] Nach dem Konzept von (Wackernagel und Rees 1997).

Nach der Statistik für das Jahr 2000 hat das UNHCR 21,3 Millionen Menschen als Flüchtlinge unter seinen Schutz gestellt. Einen offiziell anerkannten Status besitzen darunter 1,2 Millionen Asylbewerber, 2,5 Millionen Ausgewiesene und 6,9 Millionen Vertriebene.[14] Damit sind nur etwa 10,6 Millionen Menschen, also etwa die Hälfte der Genannten, als Flüchtlinge im eigentlichen Sinne anerkannt. Doch diese häufig genannten Zahlen ergeben ein unvollständiges Bild der Wirklichkeit. Hinzurechnen muss man die 20 bis 25 Millionen Menschen, die im eigenen Land vertrieben wurden. Ihre Situation ist besonders schwierig, weil sie praktisch weder Schutz noch Hilfe erhalten. Von diesen ‚internen' Flüchtlingen gibt es zwei Millionen in Kongo-Kinshasa, vier Millionen im Sudan, mehr als eine Million in Indonesien, jeweils zwischen anderthalb und zwei Millionen in Kolumbien, im früheren Jugoslawien, in Burundi und in Ruanda, in Angola usw. Noch mehr Besorgnis erregen diese Zahlen vor dem Hintergrund, dass nur etwa ein Viertel dieser Menschen vom UNHCR versorgt wird (nach den Zahlen von 1999 sind dies nicht ganz sieben Millionen Menschen im Kaukasus, im früheren Jugoslawien, in Westafrika und in Sri Lanka), allerdings ohne dafür bislang ein offizielles Mandat zu haben.

Sechs Jahre ist es her, dass der Weltsozialgipfel der Vereinten Nationen 1995 in Kopenhagen tagte, um der Bekämpfung von Armut, Arbeitslosigkeit und sozialer Ausgrenzung künftig höchste Priorität einzuräumen. Die Konferenz markierte einen Abschnitt in der Geschichte der UN-Konferenzen, insbesondere der der 90er Jahre. Von allen Beteiligten wurde erkannt, dass eine Liberalisierung von Wirtschaftspolitik und Welthandel allein die Probleme der Armut und Ungleichheit in der Welt nicht lösen würde. In Kopenhagen verabschiedete die gesamte Staatengemeinschaft eine Erklärung mit zehn Verpflichtungen sowie ein darauf aufbauendes Aktionsprogramm. Die zentrale Aussage des Gipfels lautete: Sozialentwicklung hat die gleiche Bedeutung wie Wirtschaftsentwicklung. Soziale Gerechtigkeit und die Achtung aller Menschenrechte sind Voraussetzungen für Frieden und Sicherheit in und zwischen den Staaten.

Die Beschlüsse von Kopenhagen schafften eine umfassende und gemeinsame Grundlage für eine sozialpolitische Zusammenarbeit auf weltweiter Ebene. Dabei betont das Dokument die Verantwortung der einzelnen Staaten bei der Bewältigung sozialer Probleme. Aufgabe der Gebergemeinschaft ist es, diese Anstrengungen zu unterstützen. Der Wirtschafts- und Entwicklungsprozess - und das war neu - sollte nun konsequent auf den Menschen als Mittelpunkt der Entwicklung ausgerichtet werden. Die Regierungen verpflichteten sich, zur Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen und zur Umsetzung einer entsprechenden Politik beizutragen.

Die Ergebnisse des Gipfels beziehen sich auf alle Länder, d.h. nicht nur auf Entwicklungsländer. Erstmals wurden bei einem UN-Gipfel der 90er Jahre die sozialen Probleme der Industrieländer und der Transformationsstaaten ausdrücklich mit einbezogen. So wurden auch diese verpflichtet, nationale Strategien gegen die Armut zu erstellen.

Ein weiteres wegweisendes Dokument wurde 1996 durch die OECD und ihr Entwicklungskomitee verabschiedet: Das 21. Jahrhundert gestalten (OECD/DAC 1996). Es basiert auf zentralen internationalen Entwicklungszielen, die bei den großen Weltentwicklungskonferenzen der 90er Jahre vereinbart wurden. Die Industrieländer verpflichteten sich, ihre Entwicklungspolitik auf die Umsetzung dieser Ziele hin auszurichten, um so die notwendigen eigenen Anstrengungen der Partnerländer zu ergänzen. Angestrebt wird die Umsetzung der Ziele bis zum Jahre 2015. Von besonderer sozialpolitischer Bedeutung sind dabei:

[14] Vgl. die statistischen Angaben des UNHCR unter http://www.unhcr.ch

- die Halbierung der absoluten Armut,
- die Reduzierung der Kindersterblichkeit um zwei Drittel und der Müttersterblichkeit um drei Viertel,
- Grundbildung für alle,
- die Beseitigung der geschlechterspezifischen Diskriminierung im Bildungswesen sowie
- der Zugang zu reproduktiver Gesundheitsfürsorge für alle.

Diese internationalen Entwicklungsziele stellen den Kern eines globalen Handlungsrahmens für die Armutsbekämpfung dar. Diese Ziele wurden auch in die Diskussionen von internationaler Finanzinstitutionen und UN-Organisationen aufgenommen. Das Ziel, bis zum Jahr 2015 eine Halbierung der absoluten Armut zu erreichen, wurde mittlerweile gemeinsam von der Weltgemeinschaft im Mai 2001 verabschiedet (UN 2001) und durch ein Aktionsprogramm zur weltweiten Halbierung extremer Armut bis zum Jahr 2015 auf der nationalen Ebene konkretisiert (BMZ 2001). Zur Überprüfung der Zielerreichung wird nun versucht darauf hinzuwirken, internationale und nationale Sozialindikatoren zu verabschieden. Die G-77 lehnen allerdings internationale Indikatoren bisher ab und beharren auf nationalen Indikatoren, die jedoch keine Vergleiche ermöglichen.
Es lassen sich jedoch auch einige kritische Stimmen vernehmen. Sie bezeichnen die genannten Möglichkeiten und Handlungsansätze als „einen Tropfen auf den heißen Stein“, da sie nur die Folgen erträglicher und ggf. auch gerechter gestalten, aber nicht die Ursachen dieses weltweiten Missstandes beseitigen helfen. Diese Stimmen, die international zunehmend Gehör finden, sehen in dem Geldwesen bedingten Wirtschaftswachstum[15] die Hauptursache für die ungerechte Vermögensverteilung innerhalb und zwischen Gesellschaften, für den ökologischen Raubbau sowie für das sinkende Angebot an Beschäftigung. Eine v. a. unter Wirtschaftspolitikern verbreitete Auffassung ist, dass es sich bei der häufig ins Feld geführten „Wachstumsproblematik“ um gar keine Problematik handelt. Vielmehr sehen sie im Wachstum die Voraussetzung zur Lösung von Umweltproblemen und hoffen auf eine „Versöhnung mit anderen wirtschaftspolitischen Zielen (v. a. Beschäftigung).“[16] Sie sind der Meinung, dass die Umweltprobleme erst erfolgreich politisch gelöst werden können, wenn die dringendsten wirtschaftlichen Probleme (Arbeitslosigkeit) gelöst sind und dafür ist ein stabiles Wachstum vonnöten. Sie benennen zum Teil ein reales Wirtschaftswachstum von 5% als notwendige Grundlage zur Überwindung der hohen Arbeitslosigkeit in der Europäischen Union. Andere sehen diese Forderung als sehr kritisch an und argumentieren wie folgt:

Von 1950 bis zum Jahr 2000 lag das reale Wirtschaftswachstum in Deutschland bei 3%. Um ein jährliches Wachstum von 3% zu erzielen, müssen jedoch die Produktionszahlen des vorangegangenen Jahres um diesen %satz überschritten werden. Dieser scheinbar linear ablaufende Prozess (jedes Jahr 3%), erscheint bei genauerer Betrachtung mathematisch jedoch als Exponentialfunktion. Bei einem Wachstum von 3% verdoppelt sich also die Ausgangsgröße in nur 24 Jahren und steigt in 72 Jahren auf das Achtfache. Mit diesem Wachstum der Wirtschaft ist jedoch auch ein entsprechender Verbrauch an natürlichen Ressourcen (u. a. Rohstoffe, Energie, Boden) verbunden. Auch wenn durchaus von Seiten der Unternehmen Effizienzsteigerungen in der Produktion erzielt werden, bedingen das Bevölkerungswachstum und die aufholenden Entwicklungen der Schwellen- und Entwicklungsländer mit teilweise

[15] „Der Begriff Wachstum ist für das Geschehen in der Wirtschaft eigentlich fehl am Platz. Was in der Wirtschaft mit Wachstum bezeichnet wird, sind in Wirklichkeit Vermehrungen der von Menschen erzeugten Leistungen und Güter“ (Creutz 2001, S. 413).

[16] http://www.inwo.de/archiv/urmonop.htm

zweistelligen Wachstumsraten eine mehrfache Überkompensation dieser im Gegensatz dazu verschwindet geringen Effizienzsteigerungen.

Zu diesem Punkt hat sich Max Frisch schon 1987 anlässlich der Feier zur Verleihung seines Ehrendoktors an der TU Berlin kritisch geäußert. Er stellte den anwesenden Professoren und Studenten die lesenswerten „Fragen an die Zukunft". Frage Nummer neun lautete: „Die Saurier überlebten 250 Millionen Jahre; wie stellen Sie sich ein Wirtschaftswachstum über 250 Millionen Jahre vor?" (Nawrocki 2000). Damit sprach auch er den Zusammenhang zwischen Wirtschaftssystem und Umweltbeeinträchtigung an, der auch in anderen Publikationen thematisiert wird (Kennedy 1992, Lietaer 1999, Gray 1999, Creutz 2001, u. a. in Boeser et al. 2000). In ihren Ausführungen, die an die Gedanken von Silvio Gesell zur natürlichen Wirtschaftsordnung aus dem Jahr 1916 anknüpfen (Gesell 1931), hinterfragen sie die doppelte Rolle des Geldes als ein dem Markt dienendes Tauschmittel und als ein den Markt zugleich beherrschendes Machtmittel, dass mit seinen Elementen des Zinses bzw. Zinseszinses und der Inflation eine ressourcenverzehrende Wirtschaftsmaschinerie in Gang gesetzt hat. Im Rahmen dieser Arbeit soll dieses Thema nicht weiter ausgeführt werden, dazu sei auf die genannte Literatur[17] verwiesen.

[17] Weitere Informationen zu diesem Thema sind auch unter http://www.inwo.de.archiv.htm erhältlich.

Fakten zur Welt(wirtschaft)

- Mehr als 1,3 Mrd. Menschen müssen mit weniger als 1 US$ pro Tag überleben. Grundbedürfnisse wie adäquate Ernährung und Bildung, sind noch immer nicht ausreichend abgedeckt. In den 60er Jahren waren die reichsten 20% der Weltbevölkerung 30mal reicher als die ärmsten 20% der Weltbevölkerung. Im Jahr 1997 waren diese reichsten 20% der Weltbevölkerung 74mal reicher als die ärmsten 20%!
- Die drei reichsten Menschen der Welt besitzen soviel wie das Bruttoinlandsprodukt der 48 ärmsten Länder zusammen ausmacht. Die Zahl der unterernährten Menschen in Afrika hat sich in den letzten 28 Jahren verdoppelt. Die Weltbevölkerung ausreichend zu ernähren, würde den Schätzungen des UN-Programms zufolge rund 13 Milliarden Dollar (22,4 Milliarden Mark) kosten. Allein für Tierfutter werden in Europa und den USA 17 Milliarden Dollar (29,2 Milliarden Mark) ausgegeben.
- 1999 waren die 100 größten Ökonomien 49 Staaten und 51 transnationale Unternehmen. Der Umsatz von General Motors hat 1999 lediglich um 30 Mrd. US$ Umsatz unter dem Bruttoinlandsprodukt Österreichs gelegen und erreicht ein größeres Wirtschaftsvolumen als Länder wie Dänemark, Norwegen, Finnland oder Griechenland.
- Die Umsätze der 200 größten Unternehmen der Welt haben höhere Wachstumsraten als die gesamte Wirtschaft der Welt. Während der Umsatz der TOP 200 Unternehmen der Welt ca. 27,5% (1999) der gesamten Weltwirtschaft ausmachte, beschäftigten diese lediglich 0,78% (1999) der weltweiten Arbeitskraft!
- Wal-Mart hat sich innerhalb der letzten Jahre zum weltgrößten Lebensmittel-Händler und zum zweitgrößten Unternehmen der Welt aufgeschwungen. Sein Wirtschaftsvolumen hat jenes von Staaten wie den Philippinen, Finnland und Griechenland inzwischen weit überstiegen.
- Multinationale Unternehmen verfügen über eine wirtschaftliche und damit auch politische Macht, die oft nur zum Vorteil der Unternehmen und deren Besitzer genutzt wird. Ethische und ökologische Denkweisen werden zumeist nicht berücksichtigt. Das folgende Beispiel soll die offenen und versteckten Zusammenhänge deutlicher machen: Die Anzahl der Automobile wächst 4mal schneller als die Weltbevölkerung und seit 1988 wurden 100.000 neue Erdölquellen erschlossen. Im Zuge dieser Erschließungen wurden Gebiete an Unternehmen weitergegeben, mit einer Fläche so groß wie die USA und die EU. Die Nachfrage nach Erdöl ist im Zeitraum zwischen 1985 und 1998 um 30% gestiegen und bis 2010 wird ein weiterer Anstieg der Nachfrage prognostiziert.
- Zur Spitze der 20 größten Unternehmen der Welt zählen 5 Automobilhersteller und 3 Erdölunternehmen.
- Die gesamten Jahresumsätze der 200 größten Unternehmen der Welt sind 18mal höher als das gesamte Jahreseinkommen der 1,2 Mrd. Menschen, die in bitterer Armut leben.

Quelle: http://www.global2000.at/index1.htm?/pages/twto_hintergruende.htm

2.2.3 Aspekte nationaler ökologischer Entwicklung

2.2.3.1 Die Umweltmedien Luft, Wasser und Boden

Im internationalen Vergleich muss der ökologische Status in Deutschland sehr differenziert beurteilt werden. Im Allgemeinen haben die ökologischen Bemühungen zu einer Verbesserung der Luft- und Wasserqualität geführt, so dass in einigen Flüssen, wie z. B. dem Rhein wieder Lachse angesiedelt werden konnten. Auch kann die Luftqualität insgesamt als recht zufrieden

stellend bewertet werden, wobei deutliche Qualitätsunterschiede zwischen der zumeist besseren Land- im Vergleich zur schadstoffreicheren Stadtluft zu verzeichnen sind. Besonders im Hinblick auf die Staubbelastungen sind die Belastungen in urbanen Bereichen deutlich höher. In den letzten Jahren wurde auch dem Faktor Lärm eine immer höhere Bedeutung beigemessen. Gerade die verkehrsbedingten Lärmemissionen werden zunehmend als Quelle menschlicher Belastung angeführt. Rund 80 % der Deutschen fühlen sich durch Straßenverkehr, knapp 50 % durch Fluglärm, um die 30 % von Nachbarschaftslärm und etwa 20 % durch Industrie- und Gewerbelärm belästigt.[18]

Ein weiteres Umweltproblem ist der zunehmende Straßenverkehr mit dem ein stetig wachsender Flächenverbrauch[19] für Verkehrswege einhergeht. Zudem steigt der Flächenverbrauch infolge von Bautätigkeit stetig an. Waren es 1993 bis 1997 noch 120 Hektar pro Tag, so stieg dieser Anteil 1998 bereits auf 124 Hektar und ein Jahr später auf 129 Hektar – dies entspricht einer Fläche von 200 Fußballfeldern. Zahlreiche naturnahe Flächen werden zerschnitten oder gehen verloren. Darin liegt auch ein Grund für ein immer rascher zunehmendes Artensterben. Obwohl selbst die Wissenschaft nicht annähernd genau sagen kann, wie viele verschiedene Tier- und Pflanzenarten auf der Erde existieren, wird die Anzahl der bedrohten Arten auf über 18.000 geschätzt.[20] Besonders betroffen sind Süßwasserfische (30 % bedroht), Säugetiere und Reptilien (je 25 %) und Amphibien (20 %). Die meisten bedrohten Säugetiere leben in Indonesien, Indien, Brasilien und China. Bei den bedrohten Pflanzen liegen Lateinamerika und Südostasien an der Spitze. Man schätzt, dass in vorgeschichtlicher Zeit alle paar tausend Jahre eine Art verschwand. In den letzten 300 Jahren verschwand alle 10 Jahre eine Art, gegenwärtig gehen in Deutschland durchschnittlich jedes Jahr eine Pflanzen- und Tierart verloren. Weit mehr Arten werden in der Roten Liste als gefährdet eingestuft. Wenn die Entwicklung des Artenschwundes anhält ist zu befürchten, dass binnen kurzer Zeit die Vielfalt von Flora und Fauna um 60 % - 90 % reduziert wird. Häufig sind durch den Verlust einer Pflanzen- oder Tierart gleich 10-30 weitere Arten gefährdet, deren Nahrungsgrundlage, Lebens- oder Brutplatz von dieser Art abhing.

Auch die Versauerung der Böden ist hauptsächlich auf den zunehmenden Verkehr zurückzuführen, mit erheblichen Auswirkungen auch für den deutschen Waldbestand. Vorliegende Zeitreihen der Ergebnisse der Waldschadenserhebung (Bundesministerium für Ernährung 1997) zeigen, dass sich die Wälder je nach Baumart, Region und Jahr unterschiedlich entwickelt haben. Die anfänglichen, pessimistischen Prognosen vom raschen und großflächigen Sterben der Wälder sind jedoch nicht eingetroffen (vgl. Tabelle 1). Bundesweit hat sich der Waldzustand in den neunziger Jahren verbessert. 1997 stagnierte diese Entwicklung, denn im Bundesdurchschnitt weisen, genau wie 1996, 20 % der Wälder deutliche Schäden auf (Schadstufen 2-4, d.h. über 25 % Nadel-/Blattverlust). Die Eiche ist die Baumart, die seit Beginn der Erhebung die stärkste Zunahme deutlicher Schäden aufweist (Bundesministerium für Ernährung 1997).

[18] http://www.gsf.de/IU/hints/hint0998.html

[19] Der Begriff Flächenverbrauch wird an dieser Stelle bewusst verwendet, um nachdrücklich darauf aufmerksam zu machen, dass jede Nutzung einer Fläche durch den Menschen einen in all seinen Wirkungen nicht abschätzbaren Eingriff in die Natur darstellt und immer eine Einschränkung anderer Funktionen bzw. Nutzungen bedeutet.

[20] Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass weltweit zwischen 5 und 80 Millionen Arten existieren, von denen bis heute aber erst 1,4 Millionen identifiziert und wissenschaftlich beschrieben werden konnten.

Tabelle 1: Daten zur Waldschadenserhebung in den Bundesländern (eigene Darstellung nach http://www.statistik-bund.de/basis/d/umw/ugrtab8.htm)

	Schadstufe 1 (Warnstufe)			Schadstufen 2 – 4 (deutliche Schäden)		
Bundesland	**1994**	**1996**	**1999**	**1994**	**1996**	**1999**
Baden-Württemberg	39	40	...	25	35	25
Bayern	39	37	42	30	16	19
Berlin	47	50	53	21	13	18
Brandenburg	40	41	36	18	11	7
Bremen	30	29	.	15	13	.
Hamburg	33	35	36	15	16	18
Hessen	37	39	46	38	35	27
Mecklenburg-Vorpommern	48	38	40	11	6	11
Niedersachsen	41	37	...	17	15	13
Nordrhein-Westfalen	36	...	43	15	...	24
Rheinland-Pfalz	40	42	46	21	22	25
Saarland	29	32	37	18	21	14
Sachsen	35	30	36	25	18	22
Sachsen-Anhalt	47	29	28	18	14	15
Schleswig-Holstein	32	30	35	18	27	26
Thüringen	33	36	42	45	37	29
Deutschland	**43**	**39**	**41**	**26**	**22**	**22**

Hinsichtlich der Bodenchemie führen die Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung zu folgenden Schlussfolgerungen[21]:

- Es besteht eine großflächige, weitgehend substratunabhängige Versauerung und Basenverarmung der Oberböden sowie eine Tendenz zur Nivellierung des chemischen Oberbodenzustandes auf niedrigem Niveau. Noch nicht merklich betroffen sind lediglich Böden mit oberflächlich anstehenden Carbonaten (Kalkstein, Mergel).
- Aus den zu beobachtenden Disharmonien zwischen pH-Wert, Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis und Humusform ist zu schließen, dass die Transformationsprozesse der Böden durch atmogene Einträge sowohl von Säure als auch von Stickstoff überlagert werden.
- Durch die Deposition starker Mineralsäuren, für deren Neutralisation insbesondere in den podsolierten Böden quarzreicher Substrate häufig nur noch geringe Pufferreserven zur Verfügung stehen, kann eine Gefährdung des Grund- und Quellwassers, bei entsprechenden hydrogeologischen Verhältnissen im Untergrund, nicht mehr ausgeschlossen werden.
- Die großräumige Immissionsbelastung der Waldböden zeigt sich auch bei der Betrachtung der Schwermetallgehalte im Auflagehumus. Die im Humus akkumulierten Blei- und Kupfergehalte erreichen für die Bodenorganismen toxische Konzentrationen an 25 % bzw. 38 % der Bodenzustandserhebungs-Punkte. Bei den mobileren Schwermetallen Zink und Cadmium ist davon auszugehen, dass auf den versauerten Standorten größere Mengen bereits in den Mineralboden verlagert worden sind.

[21] http://www.umweltdaten.de/uid/html/fo_ziel.html

- Insbesondere bei denjenigen Standorten, die sich durch Nährstoffarmut und ungünstige Humusformen auszeichnen, befindet sich der überwiegende Anteil des kurz- bis mittelfristig verfügbaren Nährelementvorrates derzeit in der Humusauflage und stellt hier einen besonders labilen und gefährdeten Nährstoffpool dar. Durch die gleichzeitig zu beobachtende Basenauswaschung aus dem Mineralboden geraten die betroffenen Waldbestände in eine zunehmend instabile Versorgungssituation.

2.2.3.2 Emissionen

Auf Grund der großen (internationalen) Relevanz befasst sich dieser Abschnitt noch einmal gesondert mit den nationalen Kohlendioxidemissionen. Die Inanspruchnahme der Natur als Senke für Rest- und Schadstoffe ist seit 1990 im Bereich der Luftemissionen zurückgegangen. Gegenüber dem Jahr 1990, dem Bezugsjahr für das Ziel der Bundesregierung zur Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes um 25 % bis zum Jahre 2005, hat sich die Abgabe von CO_2-Emissionen um 15 % vermindert. Die im Vergleich zum Energieverbrauch deutlich günstigere Entwicklung beim CO_2-Ausstoß ist vor allem auf den Niedergang der ostdeutschen Industrie in der Folge der Wiedervereinigung sowie den verringerten Einsatz kohlenstoffhaltiger Energieträger zurückzuführen. Neben dem vermehrten Einsatz von Erdgas wurden insbesondere in den neuen Ländern ältere Braunkohlekraftwerke stillgelegt. Dennoch wird Deutschland, das mit rd. 4 % an den weltweiten CO_2-Emissionen beteiligt ist, sein selbst gestecktes Klimaziel aller Voraussicht nach nicht erreichen, wenn sich der Trend in ähnlicher Weise fortsetzt. (vgl. Abbildung 7).

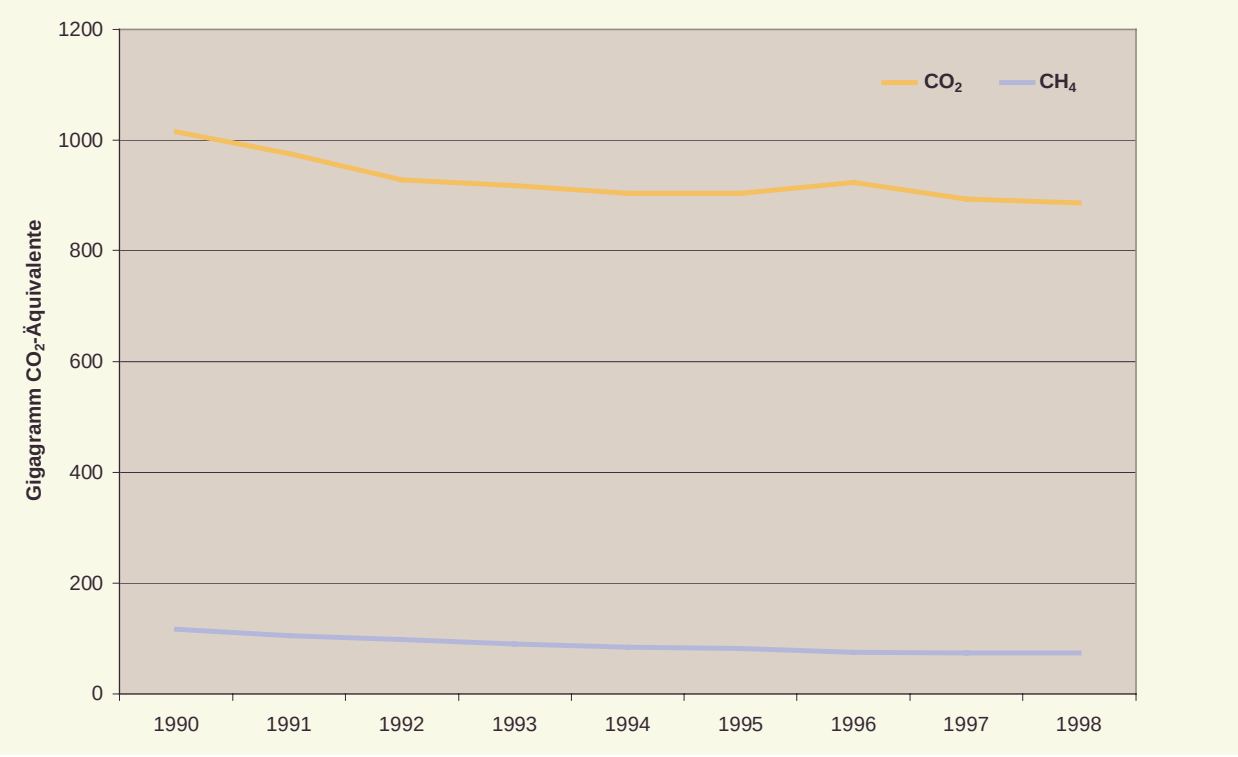


Abbildung 7: Gesamte deutsche Kohlendioxid- und Methanemissionen von 1990 bis 1998 (eigene Darstellung nach der UNFCCC).

Um der Umwelt in der Tagespolitik verstärkt Gehör zu verschaffen, entstand in einer Kooperation zwischen dem Zweiten Deutschen Fernsehen (ZDF) und dem Umweltbundesamt im

Jahr 1999 der Umweltindex DUX[22]. Der DUX setzt sich aus den unterschiedlichen Werten des deutschen Umweltbarometers für Klima, Luft, Boden, Wasser, Energie und Rohstoffe zusammen. Er soll als plakativer Anzeiger die Umweltpolitik überprüfbar, gesteckte Ziele verbindlicher und Handlungsbedarfe deutlicher machen. Grundlage für den DUX sind die Daten der Einzelindikatoren des Umweltbarometers Deutschland. In jedem Bereich können maximal 1.000 Punkte erzielt werden. Das Optimum beträgt somit beim Erreichen der festgesetzten umweltpolitischen Ziele 6.000 Punkte. Im Februar 2002 stand der DUX nur bei 1.802 Punkten. Damit wird deutlich, wie weit auch Deutschland bezogen auf die Ökologie von der Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung entfernt ist.

2.2.4 Aspekte nationaler wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung

Seit Mitte des Jahres 2000 ist die konjunkturelle Lage Deutschlands rückläufig. Nach Aussage der Arbeitsgemeinschaft deutscher wirtschaftswissenschaftlicher Forschungsinstitute hat die Auslastung der gesamtwirtschaftlichen Kapazitäten leicht abgenommen.[23] Im letzten Jahresviertel 2001 ist die gesamtwirtschaftliche Produktion nach ersten vorläufigen Berechnungen etwas stärker gesunken als im Quartal zuvor. Das von Saisoneinflüssen und Kalenderunregelmäßigkeiten bereinigte Bruttoinlandsprodukt ging gegenüber dem Vorquartal um real 0,4% zurück. Dies ist nicht zuletzt das Ergebnis des beschleunigten Rückgangs der Exporte, wobei auch die nachlassende Entwicklung bei den Ausrüstungs- und Lagerinvestitionen dazu beitrug. Dagegen wurden die Bauinvestitionen erstmals seit zwei Jahren wieder leicht ausgeweitet.

Insgesamt expandierte die gesamtwirtschaftliche Leistung im vergangenen Jahr in Deutschland um 0,5%. Der Deflationierungsfaktor lag bei 1,1%. Das nominale Bruttoinlandsprodukt war um 1,6% höher als im Jahre 2000.

Die schwache Produktionsentwicklung im vierten Quartal 2001 ging einher mit einem weiteren Abbau sowohl der Beschäftigung als auch der Zahl der geleisteten Arbeitsstunden. Insgesamt verloren in diesem vierten Quartal etwa 35.000 Personen ihre Beschäftigung. Die Arbeitslosenquote[24] von derzeit 10,4% stellt somit ein weiter zunehmendes soziales Problem unserer Gesellschaft dar (vgl. Abbildung 8). Zwar sagen die Prognosen einen leichten Rückgang der Arbeitslosenzahlen für das restliche Jahr 2002 voraus, gleichwohl werden, wenn überhaupt, nur die alten Länder von diesem Rückgang profitieren. In den neuen Ländern wird die Quote voraussichtlich bei über 17% unverändert hoch bleiben.

[22] http://www.umweltbundesamt.de/dux/dux.htm

[23] Die Ausführungen innerhalb dieses Abschnitts basieren auf dem DIW-Wochenbericht 8/02 (DIW 2002).

[24] Arbeitslose in % der inländischen Erwerbspersonen (Wohnortkonzept).

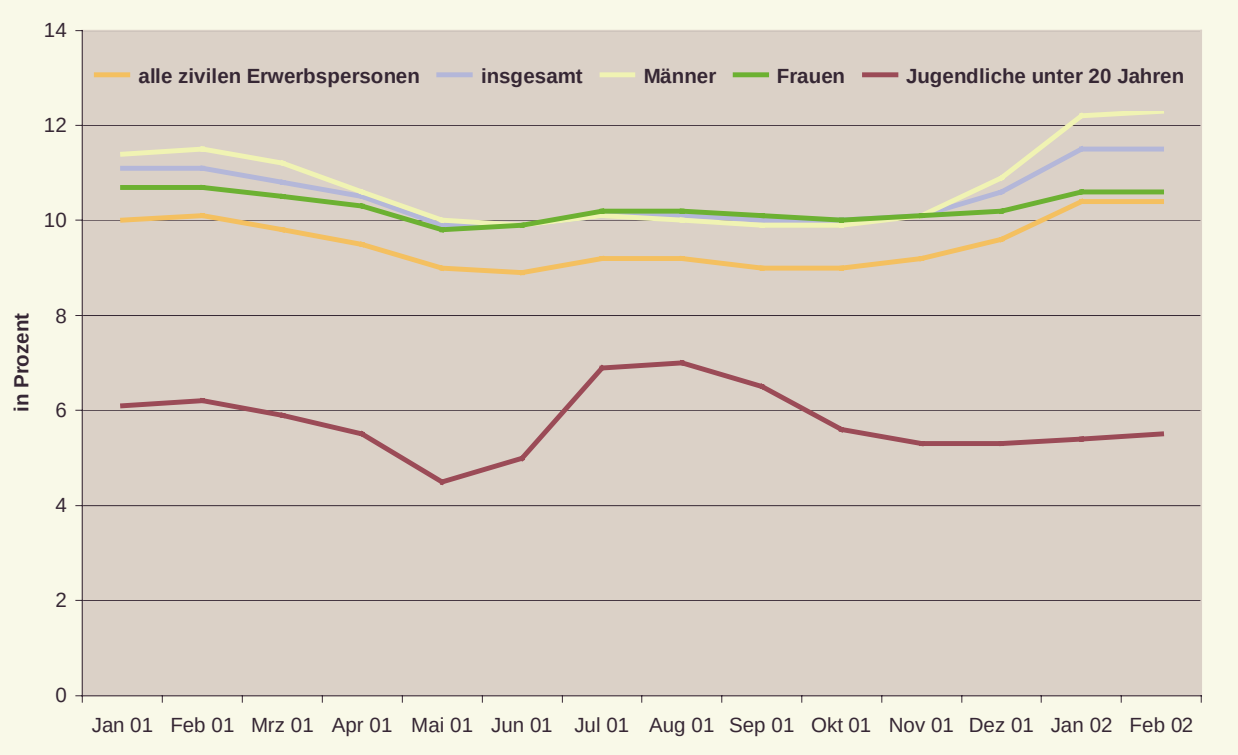


Abbildung 8: Die Entwicklung der Arbeitslosenquote bezogen auf abhängig zivile Erwerbspersonen in Deutschland (http://www.destatis.de/indicators/d/arb210ad.htm).

Nach Zahlen des Frankfurter Institutes für Sozialberichterstattung und Lebenslagenforschung (ISL)[25] lebten 1997 in der Bundesrepublik 8,7 % oder 7,12 Millionen Menschen in „relativer Einkommensarmut“. Die Schwelle, unterhalb derer die „relative Einkommensarmut“ beginnt, in der Sozialwissenschaft eine anerkannte Größe zur Einteilung von Armut, liegt bei der Hälfte des durchschnittlichen Nettoeinkommens. In Deutschland waren dies im Jahr 1997 924 DM im Monat. Einen Großteil dieser Einkommensarmen machen Alleinerziehende (über 23 %) und Paare mit Kindern (21,9 %) aus. Mit einem durchschnittlichen Einkommen dieser Personengruppen von 739 DM liegen sie noch deutlich unter der Armutsgrenze.

Weiterhin kann festgestellt werden, dass mit zunehmender Kinderzahl die Armutsquote deutlich steigt: Von 9,7 % in Haushalten mit einem Kind auf 34,5 % in Haushalten mit vier und mehr Kindern. Kinder bringen demzufolge für die Familien ein sehr hohes Armutsrisiko mit sich. Das bedeutet natürlich auch, dass Kinder von der Armut am meisten betroffen sind. Von den Kindern zwischen 14 und 17 Jahren muss man 22 % zur Armutsbevölkerung zählen. Etwa 1 Million Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren sind in Deutschland arm.
Als ein weiteres Indiz für Armut gilt der Sozialhilfebezug. 2,89 Millionen Menschen in 1,5 Millionen Haushalten bezogen 1997 diese Hilfe. Doch auf jeden Empfänger von Sozialhilfe kommt noch einmal ein Armer, der auf Grund fehlender Information, aus Scham oder Stolz, seinen Anspruch auf Sozialhilfe nicht geltend macht. Insgesamt kommen nach dieser Rechnung 5,7 Millionen Arme zusammen.

Die Armuts- und Lebenslagenuntersuchungen haben darüber hinaus aufgezeigt, wie finanzielle Nöte mit einer Vielzahl anderer Probleme in Beziehung und Wechselwirkung stehen. Neben der Langzeitarbeitslosigkeit zählen dazu: Überschuldung, hohe Mietbelastung und schlechte

[25] http://www.waws.org/de/1999/okt1999/arm-o26.shtml

Wohnqualität, unzureichende Absicherung für das Alter oder unvorhergesehene Situationen, Gewalterfahrungen, Suchtprobleme und andere gesundheitliche und psychische Belastungen.

Hierzu passen die erschreckend anmutenden Berichte aus Befragungen der Bevölkerung hinsichtlich ihrer Selbsteinschätzung. In einer Studie von 1997 gaben zwei Drittel der Befragten an, „öfter erschöpft und zerschlagen“ zu sein. Immerhin 42 % erleben sich als „gewöhnlich unglücklich“. Nur 7 % sind mit ihrem Leben zufrieden, während mehr als ein Drittel mit dem ihren „eher unzufrieden“ sind.

Der Bericht gibt gleichzeitig zu bedenken, dass bei einem Einkommen von über 50 % des Durchschnitteinkommens (924 DM) die Menschen zwar aus der definierten Einkommensarmut herausfallen, aber dennoch nicht sorglos leben können. Den Einkommensbereich zwischen 50 und 75 % des durchschnittlichen Nettoeinkommens nennt die Wissenschaft ‚prekären Wohlstand’. Dieser Begriff soll deutlich machen, dass jederzeit mögliche Ereignisse wie eine plötzliche Krankheit, der Verlust eines Arbeitsplatzes, eine Mieterhöhung, das Scheitern einer Ehe, aber auch ein an sich durchaus erfreuliches Ereignis wie die Geburt eines Kindes den Absturz unter die Armutsgrenze mit sich bringen können. Rechnet man die Einkommensarmen und die in prekärem Wohlstand Lebenden zusammen, so erhällt man ein Drittel der Bevölkerung, das mit finanziellen Sorgen und in existentieller Unsicherheit lebt.
Bei den Zahlen zur Verteilung des Reichtums ist die Wissenschaft nicht ganz so weit wie in der Armutsforschung. Es gibt keine ‚Reichtumstheorie’. In der Literatur spricht man bei Personen, die über das doppelte oder mehr des durchschnittlichen Nettoeinkommens (3.696 DM) verfügen von ‚wohlhabend’ oder ‚relativ reich’. In Deutschland fallen unter diese Eingruppierung 3,8 % der Bevölkerung oder 2,63 Millionen Personen. Es ist offensichtlich, dass diese Personengruppe stark differenziert gesehen werden muss. Mit Sicherheit haben diejenigen, die 3.696 DM im Monat zur Verfügung haben, kaum existentielle oder finanzielle Sorgen. Doch eine genauere Einteilung der Personen, die unter den Zusatz ‚und mehr’ fallen, wäre höchst interessant. Diese gibt es leider noch nicht.

Dafür werden andere Vergleichszahlen vom Wohlfahrtsverband angeführt, die eine beträchtliche Ungleichheit belegen. So verfügten 1997 die ärmsten 10 % der deutschen Bevölkerung über 4,1 % des Gesamteinkommens. Die unteren 70 % der Bevölkerung verfügten über 53 % des Einkommens. Dem stehen 21 % des Gesamteinkommens für das oberste Zehntel gegenüber.

Noch ungleicher sind die Geld- und Immobilienvermögen in der Bundesrepublik verteilt. Hier mussten die Wissenschaftler auf Zahlen von 1993 zurückgreifen. Dennoch sind bereits diese recht eindeutig, wobei man annehmen kann, dass sich die damalige Tendenz in den letzten sechs Jahren noch verstärkt hat. 1993 belief sich das westdeutsche Gesamtvermögen auf 7,2 Billionen DM, das ostdeutsche auf 0,5 Billionen DM. Es betrug nach den neuesten Zahlen im Jahre 1998 (für Ost und West) 14,8 Billionen DM, hat sich also innerhalb von nur fünf Jahren nahezu verdoppelt.

In Westdeutschland besaß 1993 die untere Hälfte der Haushalte 5,6 % dieses Vermögens, die unteren 30 % sogar nur 1 %. Dagegen besaßen die oberen 20 % der Haushalte 61 % dieses Vermögens, die oberen 10 % ganze 41 %. Übersetzt man die Anteile in Geldmengen, so standen die unteren 10 % einem ‚mehr oder weniger großen Schuldenberg’ gegenüber. Das dann folgende Zehntel konnte auf durchschnittlich 6.700 DM Vermögen zurückgreifen. Die zehn % der reichen Haushalte hingegen konnten durchschnittlich eine Million DM ihr Eigen nennen. Zusammengerechnet besaß dieses obere Zehntel insgesamt 3 Billionen DM. Gewinnbringend verzinst warf das Vermögen dieses oberen Zehntels mehr an jährlichen Zinseinnahmen ab, als die unteren 40 % an Gesamtvermögen auf sich vereinten. Arbeit als Faktor der Vermögensbildung und Zukunftssicherung spielt eine zunehmend untergeordnete Rolle.

In Ostdeutschland ist das Vermögen zwar nicht so gewaltig wie im Westen, dafür ist es noch ungleicher verteilt. Drei Viertel des Gesamtvermögens geht dort an die oberen 20 % der Haushalte. Die oberen 10 % besitzen dabei sogar mehr als die Hälfte, genau 52,6 %. Das untere Zehntel der Haushalte im Osten steht vor einem Schuldenberg von zusammen 1,6 Milliarden DM.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese Zahlen eine Anklage an die bestehende Gesellschaft darstellen; ein sich verfestigender Sockel einer Armutsbevölkerung auf der einen und teilweise unvorstellbare Größenordnungen von Einkommen und Vermögen auf der anderen Seite. Die Schere zwischen Arm und Reich geht immer weiter auseinander.

Die rot-grüne Bundesregierung sieht diese Zahlen jedoch anders. Sie steht auch in dieser Hinsicht in der Kontinuität der Kohl-Regierung, wenn sie in einem Berichtsentwurf zu einer Sondergeneralversammlung der Vereinten Nationen im Juni 2000 in Genf schreibt, dass „Armut im absoluten Verständnis nur in wenigen Ausnahmefällen (etwa bei Nichtinanspruchnahme zustehender Sozialhilfe) zu begegnen“ sei.

2.3 Erkenntnisse und Kontroversen zehn Jahre nach Rio

Auch wenn die ökologische, ökonomische sowie soziale Situation auf internationaler wie auch auf nationaler Ebene uneinheitlich ist, macht der vorangegangene Abschnitt 2.2 deutlich, dass der Status Quo der Entwicklung noch weit von den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung entfernt ist.

Bis heute ist das Niveau des Naturverbrauchs der reichen Industrienationen sehr hoch. Eine Ausweitung des damit erzielten Lebensstandards und Güterwohlstands auf die aufstrebenden Länder, wie sie die wohlhabenden Schichten dieser Länder anstreben, hätte sehr wahrscheinlich schwerwiegende Folgen. Wie viele ihrer Vorbilder im Norden verstehen die aufstrebenden Länder eine nachhaltige Entwicklung in aller erster Linie als Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung. Ein Teil dieses Wachstums ist in der Tat unverzichtbar, um Hunger und Elend zu minimieren. Der Brundtland-Bericht (WECD 1987) benennt zur Erreichung dieses Ziels einen notwendigen Anstieg der Produktion um das fünf- bis zehnfache. Außer Acht gelassen wird jedoch häufig die Tatsache, dass die Ökosphäre die Grundlage des menschlichen Wirtschaftens ist. Der achtlose Umgang mit der Ökosphäre wird über kurz oder lang der Wirtschaft die rohstoffliche Basis entziehen.
Das Streben der Entwicklungsländer, die gleiche Marktmacht zu erlangen und den gleichen Lebensstandard zu erreichen wie die Länder des Nordens, wird jedoch nicht nachlassen, solange die Industrienationen keine grundlegenden Korrekturen ihrer Lebens- und Wirtschaftsweise vornehmen. Eine solche Revision ist aber aus drei Gründen notwendig (Linz 2000, 13):

1. Die Industrieländer haben in der Vergangenheit und Gegenwart den größten Anteil an den Umweltschäden zu verantworten.
2. Sie verfügen über ausgereifte technische und ausreichende wirtschaftliche Mittel zur Veränderung.
3. Hinsichtlich ihrer Vorbildfunktion werden die Entwicklungs- und Schwellenländer voraussichtlich erst von ihrer ‚Aufholjagd’ ablassen, wenn die Industrienationen erste, ernst zu nehmende Veränderungen und Einschränkungen aufzeigen können.

Obwohl in Deutschland mittlerweile größtenteils Übereinstimmung hinsichtlich des zu vollziehenden Wandels herrscht und die relevanten Handlungsfelder auch benannt wurden, besteht Uneinigkeit über die zu wählenden Schritte zur Umsetzung. In der öffentlichen Diskussion wird Nachhaltigkeit z. B. oft auf die ökologische Dimension reduziert, obwohl ihre Wurzeln, wie in Kap. 2.1 ausgeführt, eigentlich in der Frage der Verteilungsgerechtigkeit liegen.

Diese Verkürzung liegt zum einen darin begründet, dass das Konzept Sustainable Development von der Umweltbewegung der 70er und 80er Jahre sehr engagiert aufgegriffen wurde und zum anderen die intakte Ökosphäre eine notwendige Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist.

Mittlerweile herrscht in Fachkreisen Übereinstimmung, dass neben den ökologischen auch die ökonomischen und die sozialen Belange gleichrangig Berücksichtigung finden müssen, damit tatsächlich ein gesellschaftlicher Wandel im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung erreicht werden kann. Die große Akzeptanz des Leitbildes hat aber auch dazu geführt, dass die Wörter ‚Nachhaltig' und ‚Zukunftsfähig' heutzutage nahezu eine beliebige Verwendung erfahren. Unternehmen, Städte, Kommunen und Länder starten Initiativen, legen Programme auf etc., die sich um die Ausgestaltung einer nachhaltigen Entwicklung bemühen. Keine Partei lässt diese häufig verwendeten Begriffe in ihren Programmen und auf ihren Parteitagen vermissen, kaum ein Forschungsförderungsantrag hat Chancen auf eine positive Bewertung, wenn das Ziel der Forschung nicht mit diesen Leitwörtern umschrieben wird. In konsequenter Fortsetzung schmücken sich auch Bauvorhaben – zentrales Untersuchungsobjekt dieser Arbeit – mit diesen Attributen. Die Praxis zeigte in der Vergangenheit jedoch immer wieder, dass Altbewährtes nur neu „verpackt" wurde, um auf dem Markt als Innovation angepriesen zu werden. Eine wirkliche Annäherung an eine nachhaltige Entwicklung bzw. Umsetzung des Leitbildes, wie sie z. B. die Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt" (Enquete-Kommission 1998) fordert, stellen diese Bauvorhaben allerdings selten dar. Als einen möglichen Grund für diese mangelhafte Umsetzung führt eine Studie des BMU aus dem Jahr 2000 an, dass nur 13 % der Bundesbürger den Begriff Nachhaltigkeit bisher gehört haben (BMU 2000, 2). Bei sehr strenger Auslegung, d. h., dass als korrekte Antworten nur diejenigen galten, die direkt auf Themen des Nachhaltigkeitsdiskurses und der Agenda 21 Bezug na zum Beispiel hmen, waren gerade einmal 2% der Befragten in der Lage, den Begriff richtig einzuordnen (Kuckarz und Rheingans 2000, 98). Die Zahl der Wissenden ließe sich sicherlich mit einer Zunahme konkreter, positiver Beispiele steigern, die gleichsam alle Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung berücksichtigen.

Damit diese Bemühungen der Operationalisierung anhand konkreter Beispiele zielgerichtet verlaufen, muss ein Handlungsrahmen aufgezeigt werden der sicherstellt, dass ein lokales Projekt auch in einem übergeordneten Kontext, z. B. regional mit dem Leitbild in Einklang gebracht werden kann. Als ersten Diskussionsvorschlag für einen solchen nationalen Handlungsrahmen in Deutschland erarbeitete das Wuppertal Institut im Auftrag von Misereor und dem BUND 1995 die Studie Zukunftsfähiges Deutschland (BUND und Misereor 1995).

Tabelle 2: Umweltpolitische Ziele eines zukunftsfähigen Deutschlands

Umweltindikator	Umweltziel	
	mittelfristig (2010)	langfristig (2020)
RESSOURCENENTNAHME		
Energie		
Primärenergieverbrauch	mindestens -39%	mindestens -50%
Fossile Brennstoffe	- 39%	- 57%
Kernenergie	- 100%	
Erneuerbare Energien	+ 3 bis 5% pro Jahr	
Energieproduktivität[1]	+ 3 bis 5% pro Jahr*	
Material		
Nicht erneuerbare Rohstoffe	- 25%	- 80 bis 90%
Materialproduktivität[2]	+ 4 bis 6% pro Jahr*	
Fläche		
Siedlungs- und Verkehrsfläche	- absolute Stabilisierung - jährl. Neubelegung: -100%	
Landwirtschaft	- flächendeckende Umstellung auf ökologischen Landbau - Regionalisierung der Nährstoffkreisläufe	
Waldwirtschaft	- flächendeckende Umstellung auf naturnahen Waldbau - verstärkte Nutzung heimischer Hölzer	
STOFFABGABEN/EMISSIONEN		
Kohlendioxid (CO_2)	- 47%	-63%
Schwefeldioxid (SO_2)	- 80 bis 90%	
Stickoxide (NO_x)	- 80% bis 2005	
Ammoniak (NH_3)	- 80 bis 90%	
Flüchtige organische Verbindungen (VOC)	- 80% bis 2005	
Synthetischer Stickstoffdünger	- 100%	
Biozide in der Landwirtschaft	- 100%	
Bodenerosionen	- 80 bis 90%	

[1] Primärenergieverbrauch bezogen auf die Wertschöpfung (Brutto-Inlandsprodukt)
[2] Verbrauch nicht erneuerbarer Primärmaterialien bezogen auf die Wertschöpfung
* bei jährlichen Wachstumsraten des Brutto-Inlandsprodukts von 2,5%. Allerdings ist zu betonen, dass die Erreichung der langfristigen Umweltziele bei anhaltendem Wirtschaftswachstum nicht gelingen kann.

(Tabelle: eigene Zusammenstellung)

Ausgehend von den umweltpolitischen Zielen, werden in der Studie nachfolgend deren Implikationen für soziale Fairness, Wirtschaft, Politik und die Beziehungen zu den Ländern des Südens erörtert. Dabei werden u. a. folgende Ziele für die einzelnen Bereiche benannt:

- Soziale Fairness
  - Verbilligung der Arbeit – Verteuerung des Naturverbrauchs
  - Flexible Arbeitszeiten und Arbeitsformen
  - Zweiter Arbeitsmarkt und negative Einkommenssteuer
  - Mischung von Erwerbs- und Eigenarbeit
  - Der Umbau der sozialen Sicherung etc.
- Wirtschaftsverträglichkeit
  - Verbindung von Wettbewerbsfähigkeit und ökologischer Zukunftsfähigkeit
  - Reduzierung des Wettbewerbsdrucks
  - Förderung der Innovationskraft etc.
- Politische Reform
  - Partizipation
  - Langzeitorientierung
  - Regierungsreform
  - Subsidiarität etc.
- Ausgleich zwischen Norden und Süden
  - Chancenausgleich
  - Gerechter Welthandel
  - Entschuldung etc.

Auch wenn die Studie primär die ökologische Nachhaltigkeit im Visier hat und gerade im Hinblick auf die soziale bzw. gesellschaftliche Dimension einige Schwächen aufweist, hat sie dennoch dazu beitragen können, die Idee einer nachhaltigen Entwicklung einer breiteren Öffentlichkeit näher zu bringen und die innerpolitische Diskussion zur Umsetzung des Leitbildes zu forcieren.

Im Jahr 1997 lieferte dann das Umweltbundesamt mit der Studie ‚Nachhaltiges Deutschland' (Umweltbundesamt 1997) einen weiteren Meilenstein zum Thema. Neben der Ausführung von Nachhaltigkeitszielen für Deutschland und der Benennung von prioritären Handlungsfeldern macht sich die Studie vor allem durch die Darlegung von Strategien zur Umsetzung des Leitbildes verdient.

Weiterführende Initiativen wie z. B. die Entwicklung des DUX können jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Umsetzung ‚vor Ort', also in den Kommunen, nur sehr zögerlich vonstatten geht. Auch wenn mittlerweile mehr als 1260 Städte und Gemeinden aus über 38 Ländern die sog. Aalborg-Charta[26] unterschrieben haben, mangelt es oft an der Breite vorzeigbarer Ergebnisse, die sich tatsächlich um die Operationalisierung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung verdient gemacht haben. Bei den durchgeführten Projekten kann häufig leider nur konstatiert werden, dass sie sich sicherlich um die Förderung lokal-ökologischer Belange verdient gemacht, soziale und ökonomische Belange aber nicht ausreichend mitbedacht haben. Gerade im Rahmen von lokalen Agenda-Prozessen kann vielfach neben einer halbherzigen Finanzierung von Seiten der Kommune die unzureichende Berücksichtigung relevanter Akteure, so z. B. Unternehmen, Gewerkschaften etc., beobachtet werden. Darüber hinaus scheint die Form der Einbindung einer breiteren Schicht der Bevölkerung in die Prozesse nur selten zu glücken. Den notwendigen gesellschaftlichen Wandel zu erreichen, wird aber sicherlich erst dann gelingen, wenn neben der Einbeziehung von ‚Mandatsträgern', ‚Funktionären' etc. auch eine Form der Ansprache und Vermittlung gefunden wird, die breite Schichten der Öffentlichkeit erreicht und aktiviert.

[26] Vgl. http://www.sustainable-cities.org/keydocs.html

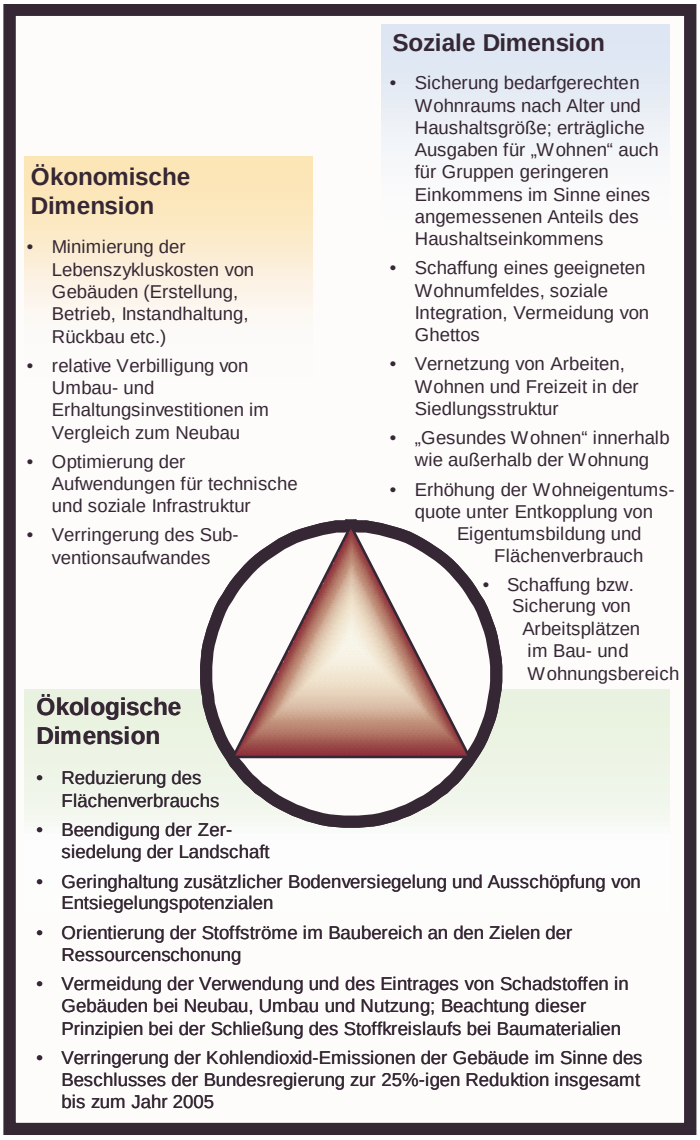


Abbildung 9: Ausgewählte Zieldimensionen für den Bereich Bauen und Wohnen (Enquete-Kommission 1998, 234).

Für den Baubereich scheint eine zu starre Operationalisierung der Definitionen der Nachhaltigkeit auf Grund der großen Diversität der Planungsräume wenig zielführend, wenn nicht sogar hinderlich. Es scheint eher sinnvoll zu sein anhand einer Sammlung von ‚good practices'[27] zu lernen. Diese sollten sich in einen groben Rahmen der Vorgaben einordnen, darüber hinaus aber individuell zu gestalten sein. Eine diesbezügliche Orientierung bieten z. B. die Vorschläge der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Enquete-Kommission 1998), welche aber gerade im Bereich ‚Soziales' ergänzt werden sollten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die enorme Fülle an Publikationen zum Thema Nachhaltigkeit zweifelsohne den Anklang der Nachhaltigkeit befördert. Gleichzeitig macht sie es jedoch unmöglich, die gesamte Bandbreite der Diskussion erschöpfend zu behandeln. Deutlich wird jedoch erstens eine bemerkenswerte Heterogenität hinsichtlich der inhaltlichen Auslegungen des Begriffs der nachhaltigen Entwicklung (vgl. dazu auch (Enquete-Kommission 1993, 21ff.) und zweitens ein intensives Bemühen um eine Operationalisierbarkeit des Nachhaltigkeitsgrundsatzes. Die nationalen und internationalen Operationalisierungsbemühungen ranken sich primär um die Entwicklung aussagefähiger Nachhaltigkeitsindikatoren. Dies ist sicherlich auch ein relevanter erster Schritt, denn ohne ein geeignetes Maß ist die Entwicklung von Instrumenten einer Nachhaltigkeitspolitik und deren Erfolgskontrolle nicht denkbar. Angesichts der Heterogenität der Definitionen werden jedoch auch deren Probleme deutlich. Aus dieser Situation heraus zieht die vorliegende Arbeit ihre Motivation über den definitorischen Ansatz hinwegzugehen und einen Diskussionsbeitrag in Form einer konkreten Nachhaltigkeitsdiskussion ‚am Objekt' beizutragen.

[27] An dieser Stelle wurde bewusst der Begriff ‚good' an Stelle des sonst gebräuchlichen ‚best' verwendet, da der Begriff ‚best practice' im Allgemeinen nicht als Aufforderung zur weiteren Optimierung verstanden wird, sondern eher demotivierend zur bloßen Übernahme verleitet.

„Das, was den Menschen über den Zustand des Barbarentum erhebt, in dem er bloß ein wirtschaftendes Wesen ist, das, was ihn befähigt, alle seine höheren Fähigkeiten, die im Barbarentum nur schlummern, zu entwickeln, nämlich: gut und richtig zu leben, das war seine Teilnahme und Mitgliedschaft an einer Stadt. Des Menschen körperliches und animalisches Dasein mag durch das Land befriedigt sein, seine geistigen Bedürfnisse können nur durch die Stadt erfüllt werden."

Quelle: Aristoteles (384 – 322 v. Chr.).

3 Die Relevanz des Handlungsfelds Bauen und Wohnen

Nachdem das vorangestellte Kapitel den allgemeinen Handlungsrahmen sowie die Defizite der gegenwärtigen globalen gesellschaftlichen Entwicklung aufgezeigt hat, will dieses Kapitel die spezifischen Charakteristika für den Bereich Bauen und Wohnen herausarbeiten, die eine nachhaltige Entwicklung auf der Ebene der Stadt bzw. eines Quartiers zu berücksichtigen hat. In diesem Zusammenhang soll neben der Darstellung der für Siedlungsvorhaben zu Grunde liegenden gesetzlichen Struktur der Raumplanung und des Städtebaus ein historischer Aufriss der Baugeschichte, die zunehmende Bedeutung städtischen Lebens und daraus resultierende Probleme aufzeigen.

3.1 Die Geschichte des Wohnens

Der Duden leitet das Wort ‚Wohnen' aus dem mittelhochdeutschen ‚wonen' und dem althochdeutschen ‚wonēn' ab, welches „sich aufhalten, bleiben, wohnen; gewohnt sein" bedeutet. Im altisländischen entspricht ‚wohnen' dem Wort ‚una' und bedeutet „Behagen empfinden, zufrieden sein; bleiben" und gehört zu den unter ‚gewinnen' zusammengefassten indogermanischen Wurzeln. „Die eigentliche Bedeutung des Verbs ist demnach ‚nach etwas trachten, gern haben', woraus sich die Bedeutungen, Gefallen finden, zufrieden sein, sich gewöhnen' und schließlich die heute allein bestehende Bedeutung ‚wohnen, sich aufhalten' entwickelt haben" (Dudenredaktion 1997, 818).

Das von Menschen Gebaute – die Wohnung, das Haus, die Stadt – bietet den Raum, in dem sich Menschen bewegen, aufhalten und ihre Bedürfnisse nach Schutz, Entfaltung, Erholung, Rückzug etc. befriedigen können. Sie können sich an den Raum anpassen oder ihn verändern, er kann ihr Zusammenleben erleichtern oder erschweren und er kann der Befriedigung der Bedürfnisse gerecht werden oder nicht. Die Wohnung ist die privateste Rückzugsmöglichkeit des Menschen. Aus historischer Sicht hieß das immer: Schutz bzw. Rückzug für eine Gruppe, zum Beispiel für die Familie – selten aber: Alleinsein.

Von welchen Entwicklungen die Wohngeschichte geleitet wurde und in welcher Art und Weise sie in den letzten zwei Jahrhunderten das menschliche Leben prägte, sollen die nachfolgenden Abschnitte kurz skizzieren.

3.1.1 Vom 19. Jahrhundert bis zum 2. Weltkrieg

Die Zeit der Vor- und Frühindustrialisierung beeinflusste die traditionellen Wohnformen in Stadt und Land. Die beginnende Hochindustrialisierung veränderte die Wohnbedingungen in den unterschiedlichen sozialen Lebenswelten entscheidend. Binnenwanderungen und zunehmende Urbanisierung setzten ein. Zwei Tendenzen wurden sichtbar: zum einen Not und Elend und zum

anderen bürgerlicher Wohlstand. Gleichzeitig setzte eine kritische Wahrnehmung und Diskussion dieser Lebens- und Wohnverhältnisse ein und bestimmte die Darstellung des Wohnens.
Hand in Hand mit in einem bis dahin nicht gekannten Maße an beschleunigten gesellschaftlichen, ökonomischen und politischen Umwälzungen wuchs die Stadt ins beinahe Uferlose. Zu Adel, Klerus und Bürgertum kam das Proletariat als „Vierter Stand“ hinzu, dem am Ende des 19. Jh. fast die Hälfte der Bevölkerung zuzurechnen war. Viele der großen Städte entstanden erst durch die Industrialisierung. Die prosperierenden Industriewerke und Firmen wurden zum Mittelpunkt der Stadt und bildeten häufig ein lautes, umwelt- und gesundheitsschädliches Wohnumfeld.
Das Ende des Ersten Weltkrieges und die damit einhergehenden politischen und wirtschaftlichen Veränderungen hatten nicht nur große Auswirkungen auf den gesellschaftlichen Hintergrund des Wohnens, sondern auch konkrete Folgen für Wohnungspolitik, Stadtentwicklung und Architektur. Erst nach der Gründung der Weimarer Republik wurde konsequent ein staatlich geförderter Massenwohnungsbau betrieben, der das Ideal von ‚Licht, Luft und Sonne für alle’ in neuen Stadtquartieren anstrebte. Moderne Metropolen entstanden mit vielen Menschen und zunehmendem Verkehr und die Immobilienspekulation auf einem kaum regulierten Markt führte zu repräsentativen bürgerlichen Wohnhäusern einerseits und engen Hofbebauungen für die ‚minderbemittelten Schichten‘ andererseits. Einen ähnlich tiefen Einschnitt in die Entwicklung stellte die Machtübernahme durch den Nationalsozialismus 1933 dar, der die Entwicklung bis zum Ende des 2. Weltkrieges bestimmte. Der Krieg und die massiven Zerstörungen hatten ganz maßgeblich Einfluss auf das Wohnen am Ende dieser Epoche.

3.1.2 Der Wohnungsbau in Deutschland nach 1945

Der Ausgangspunkt der Nachkriegsentwicklung war denkbar schlecht: Ein zerstörtes Land, drei Millionen tote Soldaten, knapp drei Millionen Vermisste, viele Verletzte und Behinderte, fast eine halbe Million zivile Opfer des Bombenkrieges. Zwölf Millionen Flüchtlinge suchten eine neue Heimat, davon acht Millionen im Gebiet der westlichen Besatzungszonen. Unter diesen Umständen war der Wiederaufbau eine enorme Leistung. Der soziale Wohnungsbau bildete über Jahrzehnte einen wirtschaftlichen Motor und die Chance für viele auf ein menschengerechtes Wohnen. Die unterschiedlichen städtebaulichen Entwicklungen in dem früheren Bundesgebiet und in der DDR lassen sich zum Teil auf die verschiedenen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und die historischen Ausgangsbedingungen zurückführen. Im Westen kennzeichnend waren die Unterstützung in Folge des Marshall-Plans, die ‚Westintegration‘ der Bundesrepublik sowie ein föderaler Staatsaufbau und die Marktwirtschaft. Im Osten hingegen gehörten umfangreiche Reparationslasten, die Einbindung der DDR in den ‚Ostblock‘ sowie der zentralistische Staatsaufbau und die Planwirtschaft dazu.

Die Deutsche Demokratische Republik

Die Städte der späteren DDR hatten unter dem Bombenkrieg gerade der letzten Monate des Krieges sehr zu leiden; Dresden und Frankfurt/Oder sind die prominentesten Beispiele für die Zerstörung im großen Maßstab. Gleichzeitig blieb aber in vielen kleinen Städten die Bausubstanz erhalten. Trotz der schlechteren ökonomischen Ausgangsposition nach dem Krieg wurde auch in der DDR der Wohnungsbau forciert. Die Städte profitierten dabei von der Verstaatlichung von Grund und Boden, die den Wohnungsbau in Stadtzentren ermöglichte. In der DDR wurden die Wohnungen im Rahmen der kommunalen Wohnraumlenkung im Wesentlichen nach den Kriterien der sozialen Dringlichkeit vergeben. Bis Mitte der 50er Jahre prägten „zunächst noch repräsentative und historisierende Architektur- und Städtebauformen mit groß dimensionierten Achsen, zentralen Plätzen und monumentalen Einzelgebäuden“ (BBR 2000, 47) (z. B. in Magdeburg) das Stadtbild. Die seit 1957 fast ausschließliche Ausrichtung auf den industriellen

Wohnungsbau in der DDR beendete allerdings diese Ära. Städtebauliche Figuren mit rechtwinklig angeordneten vier- bis fünfgeschossigen Wohngebäuden und offener Freiraumstruktur orientierten sich nun wie in Westdeutschland an dem Leitbild der ‚gegliederten und aufgelockerten Stadt'. Die auf die ‚Charta von Athen' zurückzuführenden Überlegungen, die städtischen Funktionen Wohnen, Arbeiten und Erholung unterschiedlichen Stadträumen zuzuordnen, wurden in neuen ‚sozialistischen Wohnkomplexen', in der Regel für 4.000 bis 5.000 Einwohner, als reines Wohngebiet umgesetzt. Der Neubau von Einfamilienhäusern blieb praktisch ohne Bedeutung.

In den 70er Jahren stand die „Lösung der Wohnungsfrage" im Mittelpunkt städtebaulicher Ziele. In einer sich anschließenden Bauhochphase der DDR wurden über 2,1 Mio. Wohnungen errichtet. Die gleichzeitige Vernachlässigung der Altbausanierung machte die neuen Wohnungen für alle gesellschaftlichen Gruppen erstrebenswert. Die eigentliche Qualität der industrialisierten Wohnungen, die ein Ausdruck der „demokratischen Gesellschaftsordnung" sein sollten, bestand in ihrem hohen Ausstattungsstandard im Vergleich zum Altbau, wenn auch die handwerkliche Qualität von Anfang an zu wünschen übrig ließ.

Auch die DDR verzeichnete Wanderungsverluste im Wohnungsbau. Darüber hinaus führten die Veränderungen der Arbeitswelt und der Freizeitgewohnheiten zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen. Obwohl auf Grund neuerer stadtsoziologischer und städtebaulicher Forschungen gewachsene Strukturen an Wertschätzung zunahmen, wurden dringend notwendige Instandsetzungsmaßnahmen weitgehend unterlassen. In der Folge mussten oftmals ganze baufällige Quartiere gesperrt werden. Zahlreiche Neubaugebiete wurden auf Grund eines finanziellen und materiellen Mangels nicht fertiggestellt.

Die Bundesrepublik Deutschland

Für Westdeutschland typisch waren zwei Formen des Wiederaufbaus, zum einen die kleinteilige Rekonstruktion auf historischem Stadtgrundriss (z. B. in Münster) und zum anderen die grundlegende Umgestaltung historischer Stadtkerne (z. B. Dortmund), bei der häufig die traditionelle Blockrandbebauung durch eine konsequente Zeilenbebauung ersetzt wurde.

Das Wirtschaftswachstum der 60er Jahre, auch als ‚Wirtschaftswunder' bezeichnet, führte die Gestaltungsabsichten der bundesdeutschen Stadtplanung schnell an ihre Grenzen. Bereits damals war eine durchgreifende Wanderung städtischer Funktionen an den Stadtrand und in das Stadtumland zu beobachten. So wurden die 60er Jahre zur Phase der Gewerbeansiedlung und der neuen Großwohnsiedlungen am Stadtrand, ganz im Zeichen der Funktionstrennung (siehe oben) von Arbeitsstätten und reinen Wohngebieten. Neben dieser immer höheren und dichteren Bebauung entstanden im Umland immer mehr aufgelockerte und offen bebaute Einfamilienhausgebiete.

Mit dem Ende des ‚Wirtschaftswunders', dessen markantestes Ereignis sicherlich die ‚Energiekrise' Anfang der 70er Jahre darstellte, läutete u. a. der Deutsche Städtetag mit dem Motto „Rettet unsere Städte jetzt" 1971 eine Umkehr der bisherigen Städtebaupolitik ein. Die bis dahin primär auf den Neubau festgelegte Stadtentwicklungspolitik wurde mit Hilfe des Städtebauförderungsgesetzes neu ausgerichtet und diente als zentrale Rechtsgrundlage zur Erneuerung der Städte.

Der Stadtumbau in den 80er Jahren war geprägt durch den wirtschaftlichen Strukturwandel, der von demographischen Umwälzungen begleitet wurde. Als Schlagworte seien hier nur die Rationalisierung und Automatisierung und die damit einhergehende beträchtliche Zahl von Langzeitarbeitslosen, die verstärkte Alterung der Gesellschaft in Folge stagnierender Bevölkerungszahlen und die Zunahme kleiner Haushalte mit ein bis zwei Personen genannt. Neben der staatlichen Investitions- und Beschäftigungsförderung bestand eine Antwort auf die gesellschaftlichen Veränderungen in der Wohnungspolitik in der Förderung zur

Eigentumsbildung. Zudem stellte die Städtebauförderung von Bund und Ländern die Erneuerung der Altbauquartiere in den Mittelpunkt.

3.1.3 Der Wohnungsbau nach 1989

Unterschiede zwischen Ost und West, ökologische Anforderungen und die Möglichkeiten moderner Technik beeinflussen Wohnen und Bauen heute ebenso wie demographische und kulturelle Faktoren. Die Stadtentwicklung der 90er Jahre wurde entscheidend durch die zunehmende Globalisierung der Wirtschaftsmärkte geprägt. Nicht zuletzt die Öffnung des Ostblocks führten zu einem weiteren Wandel in Richtung einer multikulturellen städtischen Kultur. Als eine weitere Begleiterscheinung dieser wirtschaftlichen Entwicklungen kam es zu einer anhaltend hohen Arbeitslosigkeit, die in einer steigenden sozialen Polarisierung in einzelnen Stadtteilen mündete.

3.2 Der globale Verstädterungsprozess

Die herausragende Stellung städtischen Lebens wird schon in der klassischen Antike aus den Worten Aristoteles deutlich (siehe o. a. Zitat). Auch die sprachliche Herleitung des Begriffs Stadt (griech. Polis) unterstreicht dies. Nach Hotzan beschreibt er mehr als die Summe der Bauten, er ist vielmehr auf die Gemeinschaft der Stadtbewohner gerichtet (Hotzan 1997, 25). Die ersten städtischen Siedlungen gab es bereits vor mehr als 5000 Jahren im vorderen Orient. Hier siedelten die Menschen auf Grund des milden Klimas und fruchtbarer Böden und damit für sie günstigen Lebensbedingungen. Babylon ist wohl die bekannteste Stadt, die in dieser Zeit entstand. Lebte und arbeitete der Großteil der Menschen lange Zeit auf dem Land, so nahm die Bedeutung der Städte in unserer Zeit drastisch zu. Betrug noch um 1800 der Anteil der Stadtbevölkerung an der Gesamtbevölkerung weltweit gerade mal 3 %, so lebten bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts 14 % der Weltbevölkerung in Städten. 1950 waren es schon fast 30 %.[28] Heute leben in Deutschland rund 88 % der Menschen in Städten. Hier konzentrieren sich die Güterproduktion, die Energie- und Stoffumsätze, die intensive Nutzung von Flächen sowie die Verkehrsleistungen. Und die Städte wachsen immer weiter.

Mitte 1990 lebten 45 % der Weltbevölkerung in Städten, davon ca. 70 % in Industrieländern und rd. 30 % in Entwicklungsländern. Innerhalb der Entwicklungsländer gibt es jedoch bedeutsame Unterschiede hinsichtlich des Verstädterungsgrades. So ist etwa Lateinamerika mit 71,5 % hochverstädtert, gegenüber dem kaum verstädterten Afrika mit 33,9 %. Asien (ohne Japan) liegt bei 32,6 % und Ozeanien (ohne Australien und Neuseeland) weist einen Verstädterungsgrad von 23,1 % auf.

Der im Verhältnis noch relativ geringe Verstädterungsgrad in den Entwicklungsstaaten darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass mittlerweile zwei von drei Stadtbewohnern in Entwicklungsländern leben (1,51 von 2,39 Milliarden Menschen im Jahr 1990). 1950 betrug der Anteil der Entwicklungsländer an der Stadtbevölkerung lediglich 39 %. 1970 lag dieser Wert bereits bei 48 % und erhöhte sich 1990 auf 63 %. Nach Schätzungen der UN waren im Jahr 2000 weltweit gut 70 % aller Stadtbewohner Menschen aus Entwicklungsländern.

Bei einer zunehmenden globalen Verstädterung steigt die Zahl der Stadtbewohner also nicht in den Industrieländern weiter an, sondern in den Entwicklungsländern, und hier hauptsächlich in Afrika und Asien. In den Industrieländern nimmt die städtische Bevölkerung nur noch langsam zu (0,8 % Zuwachsrate gegenüber 4,2 % in den Ländern der Dritten Welt). In manchen Ländern kommen sogar Wachstumsraten von 6 % und mehr vor, was einer Verdopplungszeit der städtischen Bevölkerung – bei auch in Zukunft konstanten Werten – von weniger als zwölf

[28] Siehe auch http://www.g-o.de/

Jahren entspricht. Beispiele hierfür sind Botswana mit 8,3 % und Mocambique mit 7,6 % oder Nepal und Jemen mit 6,1 bzw. 6 % (Zuwachsraten 1990-1995).

3.3 Der Verstädterungsprozess in Deutschland

Wie in allen Industrienationen beginnt auch in Deutschland mit der Industrialisierung das flächen- und bevölkerungsbezogene Städtewachstum. Natürlich gab es seit der Römerzeit in Deutschland Städte, aber bis 1900 lebte der größere Teil der Bevölkerung auf dem Land. Ab der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts jedoch begann mit den aufkommenden Fabrikgründungen und -ansiedlungen die Landflucht. Ein weiterer mit der Industrialisierung eng verbundener Prozess war der sich seit den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts sprunghaft ausdehnende Eisenbahnbau, der ebenfalls für eine Ausweitung über die traditionellen Stadtgrenzen hinaus sorgte. Schnell wuchsen die Städte mit Bahnhöfen und Industrie durch Eingemeindungen weiter an.
Schon in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts lebten mehr als 50% der deutschen Bevölkerung in Städten. Nach dem zweiten Weltkrieg waren es fast 60%. Damals begannen die Städte, durch den Pkw gefördert, sich immer weiter auszudehnen. Es entstanden die typischen Vorortsiedlungen, Satellitenstädte und bald schon die ersten Industrie- und Gewerbegebiete außerhalb der Stadt(-grenze) (Suburbanisierung).

Nach Bergmann stellen folgende Trends derzeit und auch künftig – wenn man die Prognosen des Siedlungswachstums sowie die Mobilitätsentwicklung betrachtet – die größten Herausforderungen an einen ressourcenschonenden und umweltverträglichen Städtebau[29] dar:

- Der zunehmende Siedlungsdruck und der dispersive Verstädterungsprozess: Die räumliche Ausdehnung der Siedlungsfläche in das weitere Umland in Folge veränderter und intensivierter Suburbanisierungsprozesse führen zu einer anhaltend hohen weiteren Flächeninanspruchnahme, einem verstärkten Rückgang naturnaher Flächen sowie einer Zersiedelung des Umlandes mit ökologisch gravierenden Folgen.
- Durch die zunehmende Trennung der einst eng verflochtenen Standorte für Wohnen und Arbeiten, Versorgungs- und Freizeiteinrichtungen – nicht zuletzt in Folge des in der Nachkriegszeit vorherrschenden städtebaulichen Leitbildes der Funktionstrennung[30] – entstehen vor allem am Stadtrand und im suburbanen Raum separierte ‚monofunktionale Nutzungseinheiten'.
- Der Anstieg und die räumliche Ausweitung des Individualverkehrs mit dem Pkw und des Wirtschaftsverkehrs mit dem Lkw führen zu einem Anstieg der verkehrsbedingten Emissionen und der Lärmbelästigung sowie zum Verbrauch nicht erneuerbarer Energiequellen, zu einer intensiven Flächenbeanspruchung und zur Zerschneidung von Naturräumen .

(Bergmann et al. 1996, 71ff.)

Die drei Trends sind in den einzelnen Städten in Abhängigkeit von Lage, Größe und wirtschaftlicher Leistungskraft unterschiedlich wirksam. Da diese Entwicklungstrends sowie deren Auswirkungen mit einer wachsenden Ressourceninanspruchnahme und einer

[29] Der Begriff wird im Sinne aller gesetzlich vorgeschriebenen Bau- und Planungstätigkeiten der Gemeinden verstanden (nach BBR 2000, 6).

[30] In der ‚Charta von Athen' wurden 1933 die Überlegungen zur Funktionstrennung, also die städtischen Funktionen Wohnen, Arbeiten und Erholung unterschiedlichen Stadträumen zuzuordnen, erstmals niedergeschrieben.

zunehmenden Belastung der Umwelt einhergehen (vgl. Kapitel 3.4), müssen sich auch zukünftig Stadtentwicklung[31] und Städtebau an einem nachhaltigen Entwicklungsmodell orientieren.

Neben diesen ökologischen Aspekten resultieren aus dem galoppierenden Verstädterungsprozess auch ökonomische und soziale Probleme. Durch die Konzentration von Produktions- und Dienstleistungsangeboten in städtischen Räumen geraten ländliche Räume immer mehr in das wirtschaftliche Abseits. Neuansiedlungen von Unternehmen sind die Ausnahme. Vielmehr werden verkehrsgünstige Standorte bevorzugt, die Kooperationsformen und Synergieeffekte in Industriegebieten, Technologiezentren etc. bieten.
Bezogen auf die Bau- und Wohnungsbranche sind auf Grund der problematischen Arbeitsmarktsituation in ländlichen Gebieten große Leerstände im dortigen Wohnungsbestand sowie drastische Rückgänge im Bereich der Neubauten zu verzeichnen. Aber auch in den Städten selbst, und hier vor allem in den neuen Bundesländern, verschärft sich der wirtschaftliche Druck auf die Bevölkerung. Die Zunahme an verfügbaren Arbeitskräften in Folge der Landflucht führt zu einer sich steigernden Konkurrenzsituation auf dem Arbeitsmarkt und vergrößert auch innerhalb der Städte die Kluft zwischen Arm und Reich. Darüber hinausgehende soziale Implikationen des Verstädterungsprozesses sind vor allen Dingen in den Großstädten mit einer zu beobachtenden Ghettoisierung zu konstatieren. Auch wenn diese Tendenzen in den internationalen Metropolen mit einer deutlich ansteigenden Bevölkerungsentwicklung wesentlich dramatischer ausfallen, sind sie dennoch auch in Deutschland nicht aus den Augen zu verlieren.
Bei der in diesem Abschnitt vorgenommenen Unterteilung zwischen ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Aspekten muss vorangestellt werden, dass die Einteilung subjektiv ist. Die Grenzen zwischen den Bereichen sind, wie auch in den vorherigen Abschnitten feststellbar, fließend. So haben z. B. die Zahlen der Arbeitslosenstatistik selbstverständlich ihre Berechtigung in einem gesellschaftlichen oder sozialen Block. Es würde sich jedoch auch niemand daran stoßen, wenn sie auf Grund der zu leistenden Arbeitslosenunterstützung, Sozialhilfe etc. dem Ökonomieblock zugeordnet würden. Trotz dieser Zuordnungs- und Abgrenzungsproblematik sollen nachfolgend die elementarsten Faktoren benannt, diskutiert und illustriert werden.

3.4 Die ökologische Perspektive

3.4.1 Der Ressourcenverbrauch

Nachdem in den Abschnitten 2.2.1 und 2.2.3 die internationalen und nationalen ökologischen Rahmenbedingungen dargestellt wurden, soll in diesem Abschnitt die besondere umweltbezogene Relevanz des Handlungsfeldes *Bauen und Wohnen* herausgearbeitet werden. Bereits 1995 wurde von (Behrensmeier und Bringezu 1995) eine sich an der amtlichen Wirtschaftsstatistik orientierende Betrachtung des Materialverbrauchs nach Bedarfsfeldern durchgeführt. Es zeigte sich, dass die weitaus größte Materialentnahme aus der Umwelt mit dem Bedarfsfeld Wohnen verbunden ist, das allein 29 % des Gesamtwertes[32] ausmacht. Auch wenn diese Bilanzierung rund sechs Jahre alt ist, belegen aktuelle Überschlagsrechnungen des Wuppertal Institutes ähnliche Größenordnungen.

[31] Ein weitgehender Begriff, der die Organisation des Interessenausgleichs und die Moderation der unterschiedlichen Ansprüche an die Stadt umfasst (nach BBR 2000, 6).

[32] Die Berechnung der gesamten Materialentnahme orientiert sich an der amtlichen Wirtschaftsstatistik und bezieht sich auf das frühere Bundesgebiet im Jahr 1990. Innerhalb dieser Analyse werden die in der Wirtschaftsstatistik unterschiedenen 58 Produktionssektoren zu 23 Sektoren zusammengefasst. Die 29 % beziffern den materiellen Aufwand, der jährlich mit dem Bau neuer Wohnungen, dem Ausbau und der Instandhaltung bestehender Gebäude und mit deren Unterhaltung (Heizung etc.) verbunden ist.

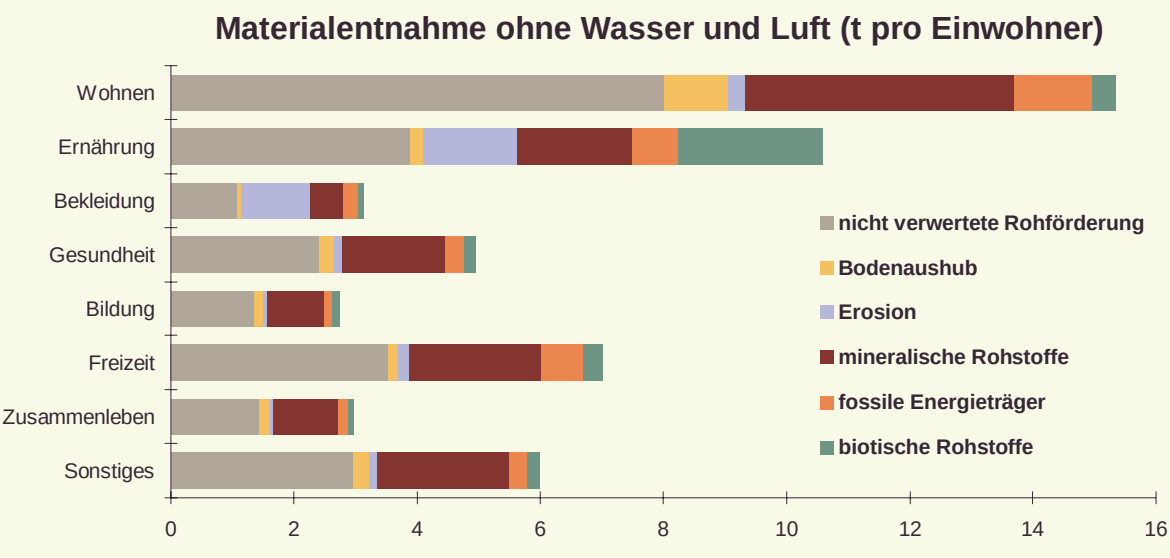


Abbildung 10: Der globale Materialaufwand der alten Bundesländer 1990 nach Bedarfsfeldern (Behrensmeier und Bringezu 1995).

Das bedeutet, dass der durch einen Bundesbürger bedingte Naturverbrauch zu mehr als einem Viertel aus seiner Art des Wohnens resultiert. Dazu gehören alle Baurohstoffe und Ressourcen, die eingesetzt werden müssen, um das Haus oder die Wohnung zu bauen und in Stand zu halten, die Energie für Licht und Heizung sowie natürlich auch die Materialaufwendungen, die am Ende des Lebenszyklus entstehen, um das Gebäude rückzubauen.

Allein in Deutschland werden jährlich rund 500 Mio. Tonnen Sand, Kies und Natursteine abgebaut. Ebenfalls beachtlich ist der Anteil der Bauwirtschaft an den bundesweit 300 Mio. Tonnen Abfällen. Je nach Definition und Abgrenzung beträgt das Bauabfallaufkommen jährlich um die 220 Mio. Tonnen.[33] Diese Massen aus Umbau und Abbruch von Gebäuden stammen zu drei Viertel aus dem Erdaushub und das restliche Viertel verteilt sich etwa zu gleichen Teilen auf Bauschutt und Straßenaufbruch. Der Neubau fällt dabei in Relation nicht so stark ins Gewicht. Der Anteil an sonstigen Baustellenabfällen ist nicht genau bekannt, da diese in der Regel mit Hausmüll oder anderen Gewerbeabfällen entsorgt werden. „Bemühungen zur Schließung von Stoffkreisläufen im Bausektor zielten in den vergangenen Jahren vornehmlich auf Reststoffe aus dem Tiefbau, für die sich bereits gut eingeführte Verwertungstechniken etabliert haben. Die hierbei eingesetzten Aufbereitungstechniken gelten als technisch ausgereift, insofern die Bauabfälle keine nennenswerten Bestandteile an Schad- und Störstoffen enthalten[34]. Für ca. 45 Mio. Tonnen Reststoffe jährlich, die aus dem Gebäudebestand durch Abbruch, Umbau oder Sanierung von Gebäuden ausgetragen werden, existieren dagegen bislang kaum schlüssige Lösungsvorschläge“ (Schultmann und Rentz 1999b, 206).

Nach Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes von 1996 betrug das gesamte Aufkommen an Baureststoffen in Deutschland 1996 rd. 220,0 Mio. t. Hiervon waren 136,8 Mio. t (62%) Bodenaushub, 58,1 Mio. t (26,7%) Bauschutt, 17,5 Mio. t (8%) Straßenaufbruch, 6,45 Mio. t (1,8%) Baustellenabfälle und 0,99 Mio. t (0,6%) Bau- und Abbruchholz.

Die größte Recyclingquelle stellte Bauschutt mit einer Quote von 70,2% an allen recycelten Materialien dar. Darüber fanden 6,57 Mio. t Bauschutt übertägig im Bergbau verwendung und

[33] Vgl. (Bundestag 1997).

[34] Störstoffe bezeichnen dabei qualitätsmindernde Bestandteile für die Verwertung mineralischer Reststoffe. Schadstoffe sind demgegenüber toxische und umweltgefährdende Stoffe.

3,19 Mio. t wurden durch die öffentliche Hand direkt verwertet, so dass noch 7,37 Mio. t (12,7%) deponiert werden mussten. Die zweitgrößte Quelle für das Recycling war der Straßenaufbruch mit fast 80%. Das Aufkommen der Baustellenabfälle nahm im Laufe der letzten Jahre immer weiter ab. Dies resultiert aus der Trennung zwischen Bauschutt und Baustellenabfällen durch Bereitstellung stoffspezifischer Container bereits auf der Baustelle. 54% der Baustellenabfälle gingen in Anlagen zur Aufbereitung und Verwertung, in denen die Wertstoffe wie Metalle, Kabel etc. aussortiert und die Reststoffe zur Ablagerung bzw. zur energetischen Verwertung weitergeleitet wurden. Für den Bodenaushub gilt, dass der überwiegende Teil (44%) im Bergbau verwertet wurde. Ein weiterer Anteil (30%) entfiel auf die direkte Verwertung durch die öffentliche Hand. Immerhin wurden noch rd. 16% deponiert und nur 9,8% recycelt, d.h. im Wesentlichen durch Aussortieren gröberer Steine und Felsen aus dem Bodenaushub. Unbedeutend gering war der Anteil der Kompostierung oder die Behandlung in anderen Anlagen mit 0,38 Mio. t (0,3%).[35] Aus diesen Zahlen lässt sich ableiten, dass pro Bundesbürger rd. 140 kg jährlich an Bauschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfällen deponiert werden müssen.[36] An Bodenaushub kommen noch einmal rd. 270 kg pro Kopf und Jahr dazu.

Dass dringender Handlungsbedarf bei der Lösung der Baureststoffproblematik vonnöten ist, unterstreicht die Relation der abgerissenen Wohnungen im Verhältnis zu den neu erstellten Wohnungen. Während die Zahl 1996 bei insgesamt 18.129 abgängigen Wohnungen lag, wurden in dem gleichen Jahr 590.322 Wohnungen fertiggestellt. Der Anteil der abgerissenen Wohnungen an den neu erstellten lag damit bei nur rd. 3%. Diese Zahlen belegen, dass der Überhang eines mineralischen Zuflusses in den Gebäudebestand um den Faktor 10 den Abfluss aus dem Abbruch aus Hoch- und Tiefbau übersteigt und ein in die Zukunft verlagertes Problem darstellt.

3.4.2 Der Energieeinsatz und die Kohlendioxidemissionen

Der Stellenwert des Bereichs Bauen und Wohnen wird auch durch die näherungsweise Quantifizierung seines Beitrags zum Endenergieeinsatz und zu den energiebedingten CO_2-Emissionen deutlich (vgl. Abbildung 11). Im weitesten Sinne können dem Bereich als Verursacher rund 4.250 PJ (ca. 28%) Endenergieeinsatz und dadurch bedingte Emissionen von knapp 400 Mio. t CO_2 bzw. 45% der Emissionen Deutschlands des Jahres 1995 zugeordnet werden. Mit rund 245 Mio. t entfallen fast zwei Drittel dieser 45% auf die Haushalte, wobei die Beheizung von Wohngebäuden mit etwa 176 Mio. t bzw. 20% der Gesamtemissionen Deutschlands den größten Anteil ausmacht. Der Bereich Bauen und Wohnen bietet also sowohl im Hinblick auf die CO_2-Emissionen als auch auf die Ressourcenverbräuche Möglichkeiten für den Eintritt in eine zukunftsfähige Entwicklung.

[35] Alle Angaben nach (Bauwesen 2000, 26).

[36] Diese Werte schwanken selbstverständlich von Kommune zu Kommune. So weist beispielsweise der Kreis Mettmann für das Jahr 1996 eine Deponiemenge je Einwohner von 0,28 t auf, der Kreis Neuss von 0,22 t, der Kreis Kleve von 0,05 t und der Kreis Wesel von 0,08 t je Einwohner (Bauwesen 2000, 27).

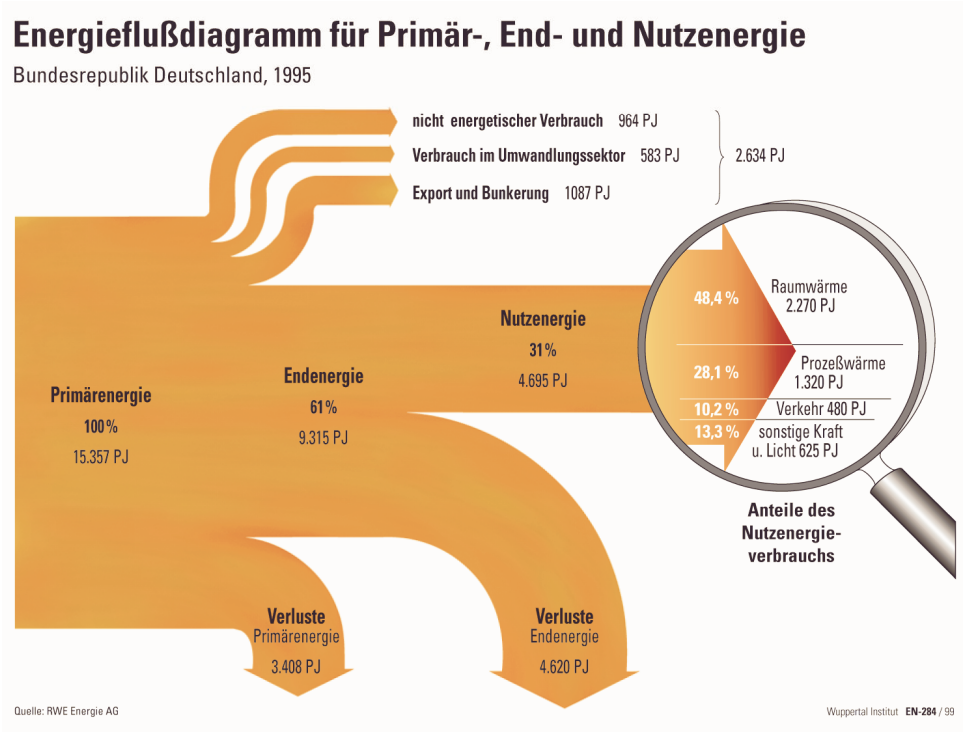


Abbildung 11: Anteil der Raumwärme am Energiefluss Deutschlands im Jahr 1995.

3.4.3 Die Flächennutzung

Mit der grünen Charta von Mainau 1961 wurde in Deutschland die Problematik des Flächen- bzw. Landschaftsverbrauchs erstmalig von Politik und Gesellschaft thematisiert. Die Diskussion wurde in der Folge auf unterschiedlichen Ebenen fortgeführt, so z. B. in der Politik in einer Stellungnahme des Deutschen Gemeindetages (Gemeindetag 1968) und in der Wissenschaft im Umweltgutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU 1978). Obwohl der Flächenverbrauch zur damaligen Zeit nur im nationalen Kontext betrachtet und davon ausgegangen wurde, dass die Mehrzahl der Lebensfunktionen der Einwohner wie Arbeiten, Wohnen, Ernährung etc. auf der Fläche Deutschlands vollzogen werden kann, wurde auch erkannt, dass „ein geringer Teil dieser Funktionen durch weltweite Arbeitsteilung grenzübergreifenden Charakter hat“ (Hübler 1978, 67).

Die Debatte um den innerstaatlichen Landschafts- und Flächenverbrauch wurde danach erst Mitte der neunziger Jahre wieder durch die Studie „Zukunftsfähiges Deutschland“ (BUND und Misereor 1995), den Zwischenbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ (Enquete-Kommission 1997, 85ff.) und durch das Konzept des ökologischen Fußabdrucks (Wackernagel und Rees 1997) wieder belebt. Bezug nehmend auf die vorangestellte Debatte kann die nachfolgende Darstellung der Flächennutzung in Deutschland nur als ein Segment der anthroposphären Ansprüche gesehen werden. Eine detaillierte Betrachtung auch der externen Flächenverbräuche, d.h. der im Ausland beanspruchten Fläche zur Sicherung des nationalen ‚Wohlstands’ und der Nahrungsmittelversorgung, ist nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit. Es soll an dieser Stelle jedoch der Vollständigkeit halber auf ihre Relevanz, gerade vor dem Hintergrund des Prinzips der Nord-Süd-Gerechtigkeit (Prinzip der intragenerativen Gerechtigkeit), hingewiesen werden. Einer weiterführenden und aktuellen Darstellung des Themas Flächenverbrauch und intragenerative Gerechtigkeit widmet sich Selwig in Kapitel 2 seines Buches zur „Nachhaltigen Regionalentwicklung“ (Selwig 1999).

Neben bzw. in Kombination mit dem Verkehrssektor besitzt der Bereich Bauen und Wohnen auch eine hohe Relevanz für die stetig steigende Flächennutzung. Die Enquete-Kommission ‚Schutz des Menschen und der Umwelt' hat folglich neben der Optimierung des Energieverbrauchs einen besonderen Schwerpunkt auf die Reduzierung des Flächenverbrauchs gelegt, „da wachsende Mobilitätsansprüche und weitere Siedlungsvorhaben heutzutage zu einer steigenden Flächeninanspruchnahme von ca. 120 ha pro Tag führen" (Enquete-Kommission 1998, 233ff.). Neuere Untersuchungen des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) besagen sogar, dass der Landschaftsverbrauch für Wohn-, Gewerbe- und Verkehrsnutzung mit rund 129 ha pro Tag (Stand: 1999) noch weiter voranschreitet. Dabei werden Bauvorhaben vorrangig auf bisher unbebauter Fläche realisiert, während in den Ballungsräumen über 40.000 ha bisher gewerblich oder industriell genutzter Fläche brachliegen.

Dieser Tatbestand wird hauptsächlich als Folge der quantitativ bedeutsamen anhaltenden internen Wanderungsproblematik in Deutschland, der Stadt-Umland-Wanderung, gesehen. Die Wanderungsverluste von Kernstädten im Westen Deutschlands traten besonders im letzten Drittel des vergangenen Jahrhunderts deutlich zu Tage. Ganz anders das Bild im Osten: Dort wurde die Suburbanisierung erst seit der Vereinigung voll wirksam und hält nunmehr wie im Westen an. Der ‚Vorsprung' des Westens wird hier aber schrumpfen. Mäding benennt in einer ‚Aktuellen Information' des Deutschen Instituts für Urbanistik (difu) folgende Punkte als die größten Herausforderungen für die Wohnungswirtschaft: im Westen die steigende Nachfrage von Migranten im Bestand der Kernstadt[37], verstärkt durch die anhaltende Suburbanisierung der ansässigen Bevölkerung, und im Osten Leerstand und Abriss. Er konstatiert weiter: „Die Probleme für die Städte liegen vor allem in den finanz-wirtschaftlichen und städtebaulich-ökologischen Konsequenzen der Suburbanisierung für die Kernstädte in West und Ost und in einer Gefährdung sozialer Integrationsleistungen bei wachsenden Ausländeranteilen vor allem im Westen" (Mäding 2000).

In den Ballungsräumen Westdeutschlands wächst die Zahl der genehmigten Ein- und Zweifamilienhäuser stärker als auf dem Land (vgl. Abbildung 12). Der Eigenheimbau legte in den zehn deutschen Stadtregionen seit 1995 um insgesamt 46% zu. Im übrigen ehemaligen Bundesgebiet belief sich das Wachstum im gleichen Zeitraum auf lediglich 23%. Noch ausgeprägter ist die Entwicklung in den Ballungszentren. Dort nahm der Ein- und Zweifamilienhausbau in den letzten vier Jahren sogar um fast 70% zu, verglichen mit 41% in den Randbereichen.

[37] Die Anzahl der zuziehenden Migranten in die westlichen Kernstädten führt zwar zu einer spürbaren Veränderung der auf Nationalitäten bezogenen Bevölkerungszusammensetzung, ohne jedoch absolut gesehen der Stadt-Umland-Wanderung entgegen zu wirken.

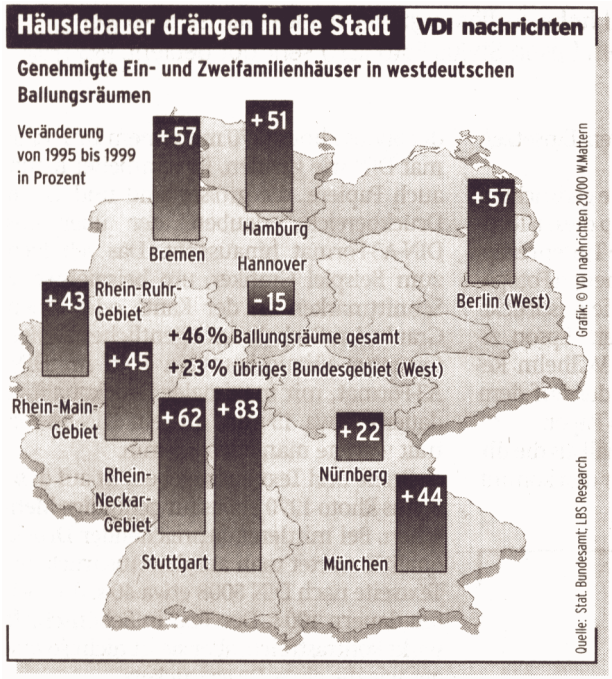


Abbildung 12: Genehmigte Ein- und Zweifamilienhäuser in westdeutschen Ballungsräumen (VDI-nachrichten 2000, 42).

Eine der treibenden Kräfte für die stetige Ausweitung der Siedlungsflächen ist das ungebremste Wachstum der Ansprüche an Wohnfläche und Baulandgröße. Lag die mittlere Wohnfläche pro Person 1950 noch bei 15 qm, so liegt sie heute im früheren Bundesgebiet mit steigender Tendenz bei ca. 38 qm. In den während sie in den neuen Bundesländern liegt sie mit weniger als 32 qm deutlich darunter – allerdings ist auch hier eine steigende Tendenz abzulesen (BBR 1998a, 36). Der Raumordungsprognose 2010 (BfLR 1995) zufolge wird dieser Wert bei ungebrochener Tendenz bis zum Jahre 2010 in den alten Ländern auf 42,3 qm und in den neuen Ländern bis auf 39,4 qm ansteigen.

In Neubausiedlungen ist die vorwiegend praktizierte Bauweise die des freistehenden Einfamilienhauses. In solchen Siedlungen werden rund 200 qm Nettowohnbauland je Einwohner beansprucht – ungefähr das dreifache dessen, was bei einer flächensparenden, verdichteten Einfamilienhausbauweise sowie das fünf- bis zehnfache dessen, was bei einer flächensparenden, verdichteten Mehrfamilienhausbebauung benötigt wird (Apel et al. 1995). Der Trend zu größerer Wohnfläche und freistehenden Häusern hat zur Folge, dass der Energieverbrauch in den privaten Haushalten trotz besserer Heiz- und Dämmtechnik in den letzten 20 Jahren nicht zurückgegangen ist (vgl. Kap. 3.4.2).

Die Kennziffern verdeutlichen, dass der Bereich Bauen und Wohnen auch zukünftig durch einen sich abzeichnenden Bevölkerungszuwachs, einer stetigen Verkleinerung der Personenzahl pro Haushalt sowie durch eine verstärkte Abwanderung besonders einkommensstarker Familien aus den Städten ins Umland die Umwelt, Lebensstile, sozialen Strukturen sowie Arbeits- und Konsumgewohnheiten stark beeinflussen wird.

3.4.4 Der Wasserverbrauch

Die über das ganze Jahr verteilten ausgiebigen Niederschläge machen Deutschland zu einem der süßwasserreichsten Länder der Erde. Jedes Jahr stehen uns 182 Milliarden Kubikmeter Wasser zur Verfügung, von denen lediglich rund ein Viertel genutzt werden. Allerdings sind diese Wasservorkommen genauso wie der Wasserbedarf nicht gleichmäßig über das Land verteilt. So

gibt es wasserreichere und wasserärmere Regionen. In der Vergangenheit kam es während anhaltend trockener Sommerperioden zeitweise zu Wassermangelsituationen in bestimmten Gebieten. Die einzige Möglichkeit hier Abhilfe zu schaffen ist und war entweder Wasser von woanders her zu beschaffen, z. B. durch Fernleitungen, oder Wasser zu sparen.

Die Deutschen gehen inzwischen immer sparsamer mit Wasser um. Jeder Bürger brauchte 1998 täglich durchschnittlich 128 Liter. Dies waren rund 15 Liter weniger als 1991. Auch die Wasserförderung ist weiter zurückgegangen: Rund 41 Milliarden Kubikmeter wurden 1998 aus dem Grundwasser und aus Seen, Flüssen und Talsperren entnommen. 1991 wurden im Vergleich dazu gut 6,4 Milliarden Kubikmeter mehr gefördert. Die größten Wassernutzer sind die Wärmekraftwerke für die öffentliche Stromversorgung (69 %), gefolgt von der Industrie (16 %). Beide brauchen Wasser vor allem zur Kühlung und für Produktionsprozesse. Die privaten Haushalte verwenden 12 % des geförderten Wassers und die Landwirtschaft sogar nur rund 3 %.

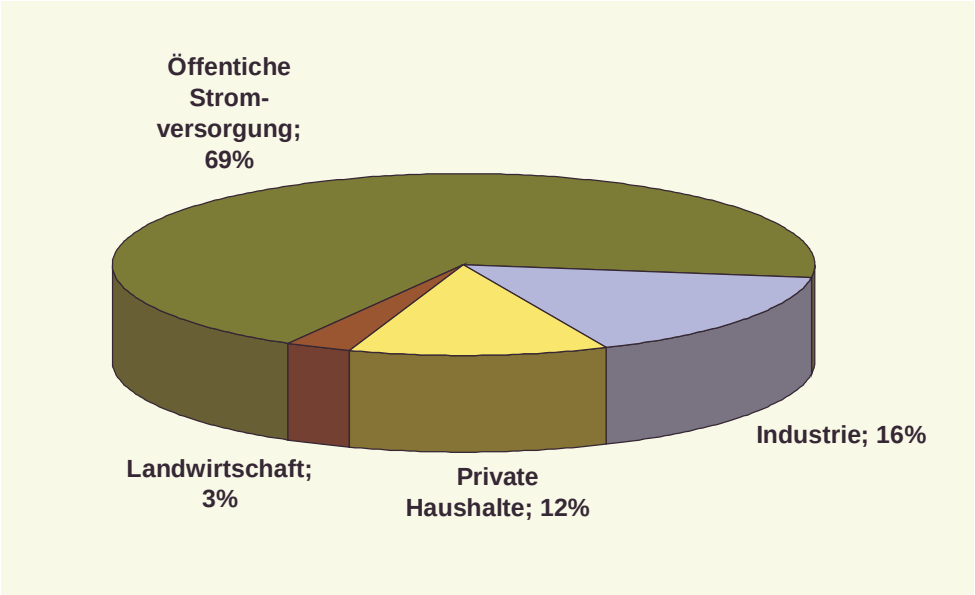


Abbildung 13: Die Verteilung der Grundwasserentnahme nach Akteuren (http://www.wasser-agenda.de/Infos/Wasserverbrauch.htm).

Ein durchschnittlicher deutscher Haushalt benötigt etwa ein Drittel seines Wassers für die Toilettenspülung[38] - und alles in teurer Trinkwasserqualität.

- Baden, Duschen, Körperpflege: 46 l
- Toilette: 35 l
- Wäsche: 15 l
- Kleingewerbe: 11 l
- Geschirr: 8 l
- Putzen, Garten, Auto: 8 l
- Kochen, Trinken: 5 l

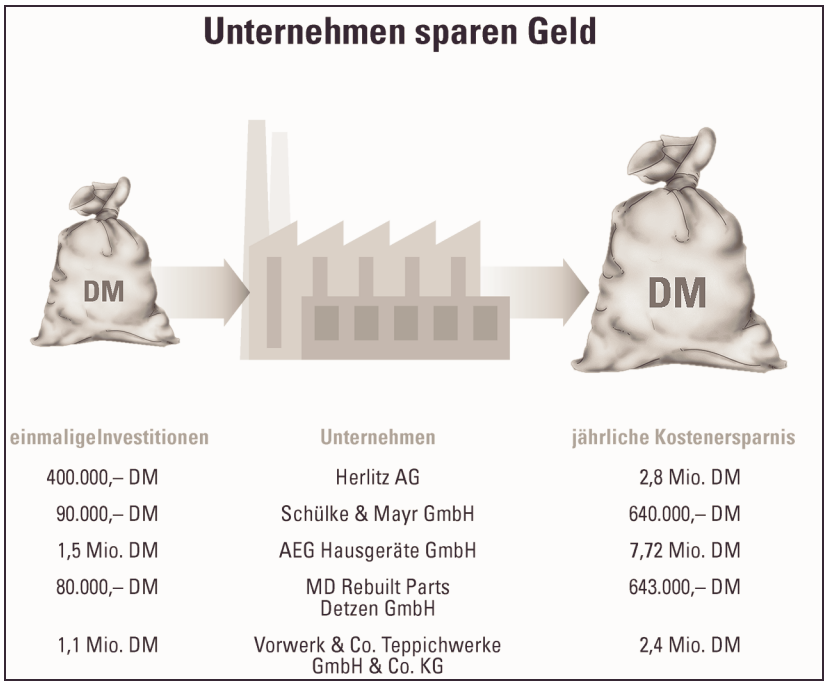
Der auf dem Wasserzähler abgelesene ‚Verbrauch' ist jedoch nur ein Bruchteil dessen, was wir tatsächlich an Süßwasser gebrauchen. Nahezu jedes Produkt, das wir täglich benutzen oder aus dem Supermarkt mit nach Hause bringen, benötigt bei der Herstellung Wasser. So sind

[38] Quelle: Bundesverband der Gas- und Wasserwirtschaft, 1998

beispielsweise zur Herstellung eines einzigen Autos bis zu 200.000 Liter Wasser erforderlich, für 1 Kilo mageres Rindfleisch bereits 5.000 Liter. Selbst für ein und dasselbe Produkt kann mehr oder weniger Wasser verwendet werden, je nach dem wo und wie es hergestellt wurde: Eine in intensiver Landwirtschaft in Südspanien produzierte Tomate erfordert den Einsatz eines Vielfachen an Energie und Wasser im Vergleich mit einer Freilandtomate aus Deutschland. Wir benutzen also nicht nur Wasser in unserem eigenen wasserreichen Land, sondern auch in anderen, zum Teil deutlich wasserärmeren Regionen, über den Kauf von Produkten des täglichen Lebens.

In manchen Regionen Deutschlands sind teure Maßnahmen erforderlich, um Feuchtgebiete vor dem Trockenfallen zu bewahren. Denn wo die Menge des geförderten Wassers über längere Zeiträume hinweg größer ist als die Neubildungsrate des Grundwassers sinkt der Grundwasserspiegel allmählich und es kann zu Schäden an der Vegetation, von Feuchtgebieten und Oberflächengewässern kommen.

Doch auch wo das Wasserangebot ausreichend ist, lohnt es sich, Wasser zu sparen. Deshalb gehen auch immer mehr Industriebetriebe zu einer rationelleren Wasserverwendung über, zum Beispiel durch Mehrfachverwendung. Denn Wassersparen bedeutet die Betriebskosten zu senken, weil damit z.B. eine Einsparung von Energie verbunden ist – z.B. für Pumpen bei der Förderung und beim Transport, für die Aufbereitung zu Trinkwasser oder für die anschließende Reinigung - (Abbildung 14).



einmalige Investitionen	Unternehmen	jährliche Kostenersparnis
400.000,– DM	Herlitz AG	2,8 Mio. DM
90.000,– DM	Schülke & Mayr GmbH	640.000,– DM
1,5 Mio. DM	AEG Hausgeräte GmbH	7,72 Mio. DM
80.000,– DM	MD Rebuilt Parts Detzen GmbH	643.000,– DM
1,1 Mio. DM	Vorwerk & Co. Teppichwerke GmbH & Co. KG	2,4 Mio. DM

Abbildung 14: Betriebskostensenkungen einzelner Betriebe in Folge von Maßnahmen zur Ressourceneinsparung (Gege 1997).

3.5 Die ökonomische Perspektive

3.5.1 Die Entwicklung in der Bauwirtschaft

Immer deutlicher zeichnet sich ab, dass sich die Bauwirtschaft von der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung abkoppelt. Der Hauptverband der Bauindustrie rechnet in seiner

Jahresprognose mit einem Umsatzrückgang von 3 % für das Jahr 2002. Gerade im Bereich des Wirtschaftsbaus reagieren die Unternehmen (noch) sehr zögerlich, obwohl sie ihre unteren Kapazitätsgrenzen bereits häufig erreicht haben. Noch schlechter stellt sich die Lage beim Mietwohnungsbau dar. Der Auftragseingang ist im laufenden Jahr im Westen bis Ende Juli 2001 um knapp 8 %, im Osten um fast 13 %, zurückgegangen.

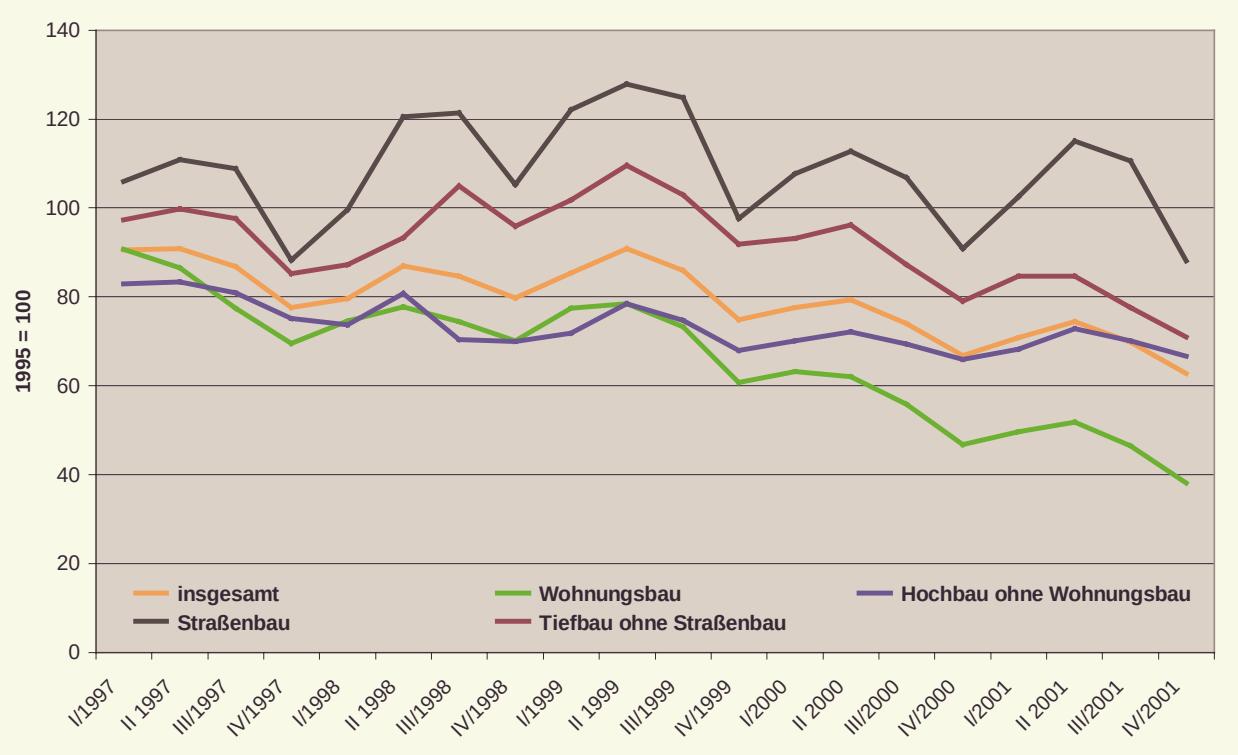


Abbildung 15: Volumenindex des Auftragsbestands für vorbereitende Baustellenarbeiten (Hoch- und Tiefbau) in Deutschland (http://www.destatis.de/indicators/d/pgw710ad.htm).

Diese Einschätzung unterstreichen die Abbildung 15 und 16. In der ersten Abbildung wird der starke Auftragseinbruch im Bereich des Hochbaus und da insbesondere im Wohnungsbau deutlich, wobei auch im Bereich des Tiefbaus unverkennbar Einbußen zu verzeichnen sind. In Abbildung 16 wird dann deutlich, dass gerade bei den privaten Haushalten und den Unternehmen deutliche Rückgänge der Baugenehmigungszahl und damit der Umsätze der Baubranche in den letzten Jahren zu beobachten waren.

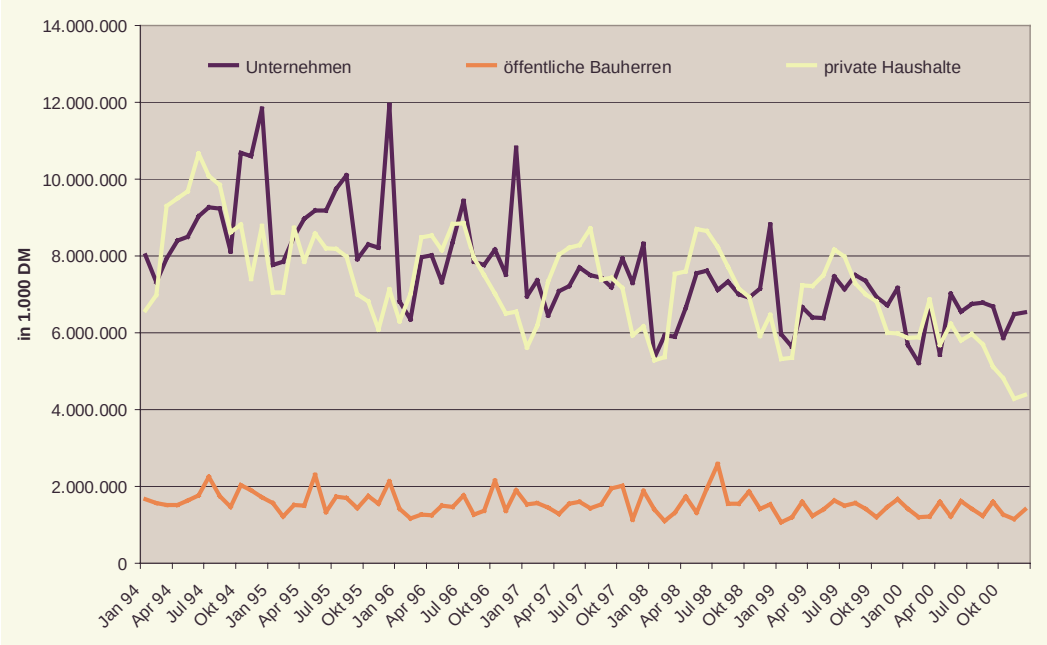


Abbildung 16: Erteilte Genehmigungen und dafür veranschlagte Kosten im Hochbau (Wohngebäude und Nichtwohngebäude) nach Bauherrengruppen in Deutschland (eigene Darstellung nach Stat. Bundesamt, Segment 3785).

In der Folge ist es auch nachvollziehbar, dass immer weniger Bauunternehmen am Markt auftreten. So ging z. B. die Anzahl der Betriebe, die vorbereitende Baustellenarbeiten durchführen von 16.793 im Januar 1996 auf 12.217 im Januar 2001 zurück.[39] Auch zukünftig besteht jedoch kein Mangel an Wohnraum. Das wird offensichtlich, wenn man sich den Statistiken des Bauüberhangs widmet. Abbildung 17 offenbart, dass 1998 mindestens 250.000 Wohnungen bereits fertiggestellt waren und nicht genutzt wurden. Hinzu kommen noch rd. 100.000 Wohnungen, die noch nicht komplett bezugsfertig waren sowie 300.000 Wohnungen, die damals bereits zum Bau genehmigt waren. Dass dieser Bauüberhang auch einen gewaltigen Raum in Anspruch nimmt, belegen 148 Mio. Kubikmeter, die 1998 bereits bezugsfertig waren, 60 Mio. Kubikmeter, die noch fertiggestellt werden mussten, und 143 Mio. Kubikmeter, die noch gebaut werden sollten.[40]

[39] Stat. Bundesamt, Segment 570

[40] Stat. Bundesamt, Segment 146

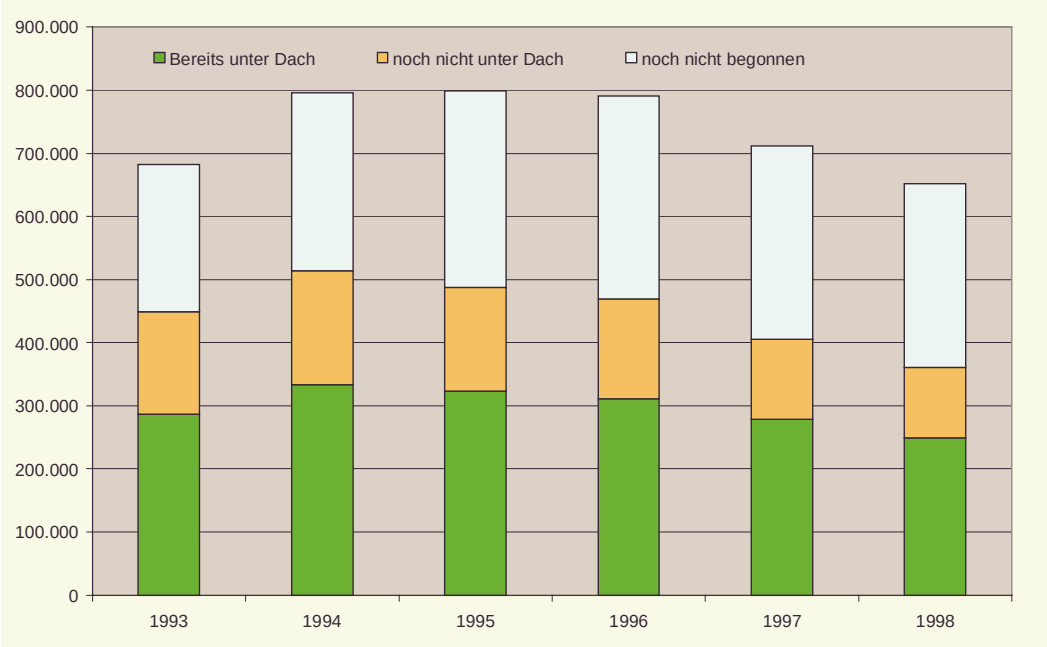


Abbildung 17: Bauüberhang an Wohnungen nach Bauzuständen differenziert (eigene Darstellung nach Angaben des Stat. Bundesamtes, Segment 146).

3.5.2 Baubedingte Umweltkosten

Die Baubranche verursacht beachtliche, bisher von der Volkswirtschaft getragene (Umweltschädigungs-)Kosten. Das zeigen beispielhaft die Internalisierungsversuche energiebedingter externer Kosten des Bauens (Lintz et al. 1999, 37). Lintz et al. nennen als Untergrenze der energiebedingten externen (Mindest-)Umweltkosten des Bauens für das Jahr 1996 einen Wert zwischen 2,8 [41] und 7,9 [42] Mrd. DM, was in Bezug zur Neubaufläche zwischen 65 und 184 DM/m^2 ausmacht. In Relation zu den internen Kosten (Planung, Baustoffe etc.) sind das rd. 2,6 bis 7,4%. Der absolute Schaden durch Emissionen der Wohnungsnutzung wird für das Jahr 1996 auf 15,0 bzw. 41,4 Mrd. DM beziffert. Bezogen auf die Bestandfläche macht das zwischen 5 und 13,8 DM/m^2 aus. Bei den internen Kosten ergibt das einen %satz zwischen 3,5 und 9,7. Gemeinsam führte das Bauen und Wohnen 1996 zu energiebedingten externen Umweltkosten zwischen 17,8 Mrd. DM und 49,3 Mrd. DM. Im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt desselben Jahres sind das 0,5% bis 1,4%.

3.6 Die gesellschaftliche Perspektive

3.6.1 Der internationale Kontext

Täglich wächst die Erdbevölkerung um mehr als 250.000 Menschen. Wie in Kap. 3.2 ausgeführt wurde, leben in Europa und Amerika mehr als drei Viertel der Bevölkerung in Metropolen oder städtischen Ballungsräumen. Nach Prognosen der Vereinten Nationen (VN) wird im Jahr 2005 weltweit jeder zweite Mensch in einer Stadt leben (BRBS 1996). Insgesamt wird es dann rund 100 Städte mit jeweils mehr als 5 Mio. Einwohnern geben. Die Stadt ist somit zum wichtigsten Lebensraum für die Menschheit geworden.

[41] Der erstgenannte Wert stellt immer die Bewertung der Kosten nach (Fritsche et al. 1989, 386, 389), (Fritsche et al. 1994, 162) dar.

[42] Der zweitgenannte Wert stellt immer die Bewertung der Kosten nach (INFRAS et al. 1996, 149) dar.

Auf der Weltsiedlungskonferenz „Habitat II“ in Istanbul 1996 setzte man sich folgerichtig mit dem zu beobachtenden Verstädterungsprozess auseinander, da Städte die Orte sind, „wo die Probleme ressourcenverzehrender und umweltbelastender Lebensstile und Wirtschaftsformen, die weltweit die natürlichen Ressourcen und Ökosysteme gefährden, am deutlichsten und drängendsten zu spüren sind“ (BRBS 1996).

Die Folgen dieser Entwicklung wirken noch dramatischer, wenn man sich die Menge der Ressourceninanspruchnahme vergegenwärtigt. Jeder Mensch beansprucht auf dieser Erde statistisch für sich ein gewisses Quantum Fläche für die Nahrungsmittelproduktion, das Wohnen und Arbeiten, den Transport, die Freizeit etc. Allein für die Nahrungsmittelproduktion geben verschiedene Quellen einen Mindestbedarf pro Kopf von zwischen 0,19 (Existenzminimum) und bis zu 0,38 Hektar an (Weterings und Opschoor 1992), (BUND und Misereor 1995), (Wackernagel und Rees 1997). Die biologisch produktive Fläche pro Kopf hat in diesem Jahrhundert hingegen stetig abgenommen. Heute stehen dem Erdenbürger im Durchschnitt nur noch 1,45 Hektar fruchtbares Land und 0,55 Hektar produktive – hauptsächlich küstennahe – Meeresfläche zur Verfügung. Gleichzeitig ist jedoch die globale Flächeninanspruchnahme durch die Menschen in den Industrieländern stetig größer geworden. Sie misst im Durchschnitt zwischen 3 und 6 Hektar pro Kopf. Dieses entspricht ungefähr dem Zwei- bis Vierfachen dessen, was den Menschen in den Industrieländern im Sinne einer intragenerativen Gerechtigkeit zustehen würde (Wackernagel und Rees 1997, 30).

3.6.2 Der nationale Kontext

In Deutschland leben auf einer Fläche von 357.028 km^2 etwa 81,9 Mio. Menschen, wobei die Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahre 2050 voraussichtlich um mehr als 10 Mio. Menschen[43] sinken wird. Der durchschnittliche Haushalt umfasst 2,25 Personen und die mittlere Wohnflächenbeanspruchung pro Person stieg von 22 m^2 1965 auf 36,8 m^2 im Jahr 1995. Mit einer Bevölkerungsdichte von 228 Einwohnern pro km^2 zählt die Bundesrepublik zu einem der am dichtesten besiedelten Staaten in Europa. Nur die Niederlande, Belgien und Großbritannien weisen eine höhere Siedlungsdichte auf. Dabei belegen die Siedlungs- und Verkehrsflächen in Deutschland rund 12 % der Gesamtfläche.

[43] Vgl. http://www.bib-demographie.de/

Tabelle 3: Bodennutzung in der BRD 1997 (Statistisches Bundesamt 1998)

	In 1000 ha	in % der Gesamtfläche
Siedlungs- und Verkehrsfläche	4.205,5	11,8
darunter:		
- Gebäude- und Freifläche	2.193,7	6,1
- Betriebsflächen (ohne Abbauland)	62,0	0,2
- Erholungsfläche	237,4	0,7
- Verkehrsfläche	1678,5	4,7
- Friedhofsflächen	33,5	0,1
Abbauland	189,4	0,5
Landwirtschaftsfläche	19.313,6	54,1
Waldfläche	10.491,5	29,4
Wasserfläche	794,0	2,2
Flächen anderer Nutzung	709,1	2,0
Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland	**35.702,8**	**100**

Das Wohnen gehört zu den Grundbedürfnissen des Menschen. Des Weiteren prägt die Gestaltungskraft des Bauens das soziale Leben und unser Leben bestimmt gleichzeitig die Art des Bauens. So wundert es nicht, dass wir durchschnittlich über 80% unserer Lebenszeit in Gebäuden verbringen; sei es zum Arbeiten, Sport treiben, Wohnen etc. Hinzu kommt die Bedeutung der Infrastruktur für Mobilitätszwecke wie Straßen, Schienenwege etc.. Auch sie ist ein Resultat von Bauprozessen.
Um dies alles zu erschaffen, bedarf es einer Vielzahl qualifizierter Menschen, die durch ihre Berufstätigkeit in der Regel für sich und ggf. für ihre Familie sorgen können. Zudem tragen sie über ihre Steuerlast dazu bei, die Staatsausgaben für diverse Zwecke zu decken. Doch seit den boomenden 60er und 70er Jahren sind die allgemeinen Beschäftigtenzahlen bis in die Gegenwart deutlich zurückgegangen. Auch der zurückliegende Regierungswechsel bewirkte bisher auf dem Arbeitsmarkt keine Kehrtwende.

Eine der am stärksten betroffenen Branchen ist die Baubranche (vgl. Abbildung 18). Für den Monat März 2001 wurden 325.422 arbeitslose Bauarbeiter ausgewiesen, was einer baugewerbebezogenen Arbeitslosenquote von 23,1% in Westdeutschland und 29,8% in Ostdeutschland entspricht. Dem standen nur 16.951 gemeldete offene Stellen gegenüber.

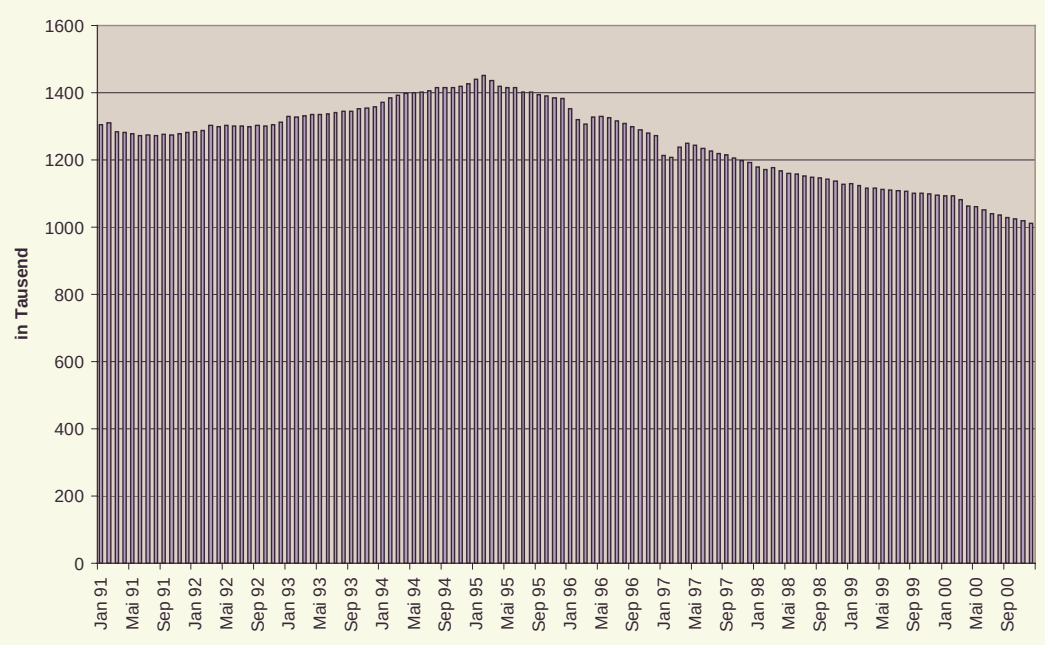


Abbildung 18: Die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen im Hoch- und Tiefbau einschließlich der vorbereitenden Baustellenarbeiten in Deutschland von 1991 bis 2000 (eigene Darstellung nach Angaben des Stat. Bundesamtes, Segment 2669, saisonbereinigt).

3.7 Ursachenforschung

Die Fakten der vorangegangenen Kapitel belegen die Notwendigkeit, einen Strukturwandel im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung engagiert anzugehen. Dabei wurde auch die besondere Rolle des Handlungsfeldes Bauen und Wohnen für die Gesellschaft, die Umwelt und die Wirtschaft deutlich. So besitzt dieser Sektor zum einen immer noch eine tragende Funktion hinsichtlich der Wirtschaftskraft und der Beschäftigung in Deutschland, zum anderen zeichnet er aber auch für einen großen Anteil des Ressourcen-, Flächen- und Energieverbrauchs verantwortlich.

Bevor in den folgenden Kapiteln mögliche Schritte in Richtung einer nachhaltigeren Entwicklung des Sektors skizziert werden sollen und dabei insbesondere die Siedlungsebene an Hand der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite im Mittelpunkt der Betrachtung steht, soll eine Beschreibung der gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie der wohngeschichtlichen Entwicklung in Deutschland bei der Analyse der Ursachen für die dargestellten Trends helfen.

3.7.1 Die räumliche Planungsstruktur in Deutschland

Das übergeordnete Ziel der räumlichen Planung besteht in der Sicherstellung der Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse im gesamten Bundesgebiet. Allerdings besitzt der Bund auf dem Gebiet der Raumordnung außer der verbindlichen Vorgabe von Zielen der Raumordnung nur eine so genannte Rahmenkompetenz, d. h. er kann Grundsätze und allgemeine Leitbilder für die räumliche Entwicklung für das gesamte Land festlegen. In Form des Raumordnungsgesetzes legt er inhaltliche und verfahrensrechtliche Vorschriften fest, die von den Ländern in eigener Verantwortung ausgefüllt, konkretisiert und umgesetzt werden.

Tabelle 4: Planungsebenen in der Bundesrepublik Deutschland

Bund	Bundesraum-ordnung	• Aufstellung von Zielen für das Bundesgebiet • Koordination der Bundesfachplanung • Koordination der Länder	Bundesraumord-nungsprogramm	• Verfassung • Bundesraumordnungs-gesetz
Länder	Landes-planung	• Aufstellung von Zielen für das Bundesland • Koordination der Landesfachplanung • Vorgaben für die Regionen • Kontrolle der Regionen	Übergeordnete und zusammen-fassende Pläne und Programme	• Bundesraumordnungs-gesetz • Landesplanungsgesetze
Regionen	Regional-planung	• Aufstellung von Zielen für die Regionen • Vorgaben für die Gemeinden • Kontrolle der Gemeinden	Räumliche Teilprogramme und Teilpläne (Regional-programme und -pläne)	• Landesplanungsgesetze
Gemeinden	Gemeinde-/ Stadtplanung		Gemeindeent-wicklungspläne, Bauleitpläne (Flächennutzungs- und Bebauungspläne)	• Bundesbaugesetz

(eigene Darstellung)

Landes- und Regionalplanung

Die landesplanerischen Ziele der Raumordnung obliegen den einzelnen Bundesländern und werden in der Regionalplanung weiter konkretisiert. Die Gemeinden sind generell verpflichtet, ihre Planungen den Zielen der Regional- und Landesplanungen anzupassen, was im politischen Alltag jedoch häufig zu Spannungen führt.

Stadtentwicklung und Städtebau auf der kommunalen Ebene

Die Planung der räumlichen Entwicklung inklusive der Stadtentwicklung, dem Städtebau und der Stadtplanung für das jeweilige Gemeindegebiet ist in Deutschland eine im Grundgesetz (Art. 28 Abs. 2) abgesicherte Aufgabe auf kommunaler Ebene. Allerdings wird über die Gesetzgebung und die Bereitstellung von Finanzmitteln auch auf den Ebenen des Bundes und der Länder ein übergeordneter Rahmen für den Städtebau geschaffen.

Die kommunale Gesamtplanung unterscheidet sich von der Planung privater Wirtschaftsunternehmen dahingehend, dass die öffentliche Planung Ziele des Gemeinwohls verfolgt und nicht auf das Erlangen einer möglichst hohen Rendite ausgerichtet ist. Im Idealfall soll die räumliche Gesamtplanung die einzelnen Ansprüche an die Stadt bzw. an Teilgebiete in der Stadt berücksichtigen. Dazu gehört z. B. die Bereitstellung von Wirtschafts-, Freizeit-, Wohnflächen etc.. Da die Stadtentwicklung trotz der Gebietsreformen in den 60er und 70er Jahren nicht an den Stadtgrenzen endet, gewinnen regionale Zusammenhänge bei der Stadtentwicklung zunehmend an Bedeutung. Beispielhaft seien hier die Bereiche des Verkehrs,

des Umweltschutzes, der Ver- und Entsorgung, der Wirtschaftsförderung und der zunehmend wichtigen Siedlungsentwicklung genannt, in denen politische Zuständigkeiten im zersplitterten Stadt-Umland-Verhältnis überwunden werden müssen. Kommunalverbände als Kooperationsform können auf der politischen Handlungs- und Gestaltungsebene eine Plattform für die notwendigen interkommunalen Abstimmungsprozesse bieten. Ein praktisches Beispiel für eine engagierte regionale Gestaltung stellte die Internationale Bauausstellung Emscherpark (IBA) im Zeitraum zwischen 1990 und 2000 dar. Sie konnte zeigen, „dass [das Gemeinwohl, Anm. d. Verf.] im regionalen Rahmen bei größter Anstrengung und Bündelung aller Kräfte mit Aussicht auf Erfolg erreicht werden kann. Das dabei entstandene stadtökologische Fundament in der Region hat sich im Nachhinein als durchaus wirtschaftsfördernd, landschaftsästhetisch anregend und geschichtskulturell hilfreich erwiesen. [...] Es sei aber auch zugegeben, dass keine andere Region in Mitteleuropa bislang einen derartigen Versuch mit umfassendem Anspruch auf regionaler Basis gewagt hat“ (Ganser 2001).

Das zentrale Werkzeug zur Ausgestaltung der Stadtentwicklung für die kommunale Ebene stellt die Bauleitplanung dar. Nach § 1 Abs. 5 BauGB müssen Bauleitpläne „eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung und eine dem Wohl der Allgemeinheit entsprechende sozialgerechte Bodennutzung gewährleisten. Sie sollen dazu beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln“ (BBR 2000, 14). Explizit fordert § 1 Abs. 5 die Berücksichtigung der sozialen und kulturellen Bedürfnisse der Bevölkerung (Hotzan 1997, 21). Die Konkretisierung der städtebaulichen Entwicklung obliegt dabei wieder der Gemeinde, wobei die Gemeinden generell der staatlichen Aufsicht bei der Prüfung von Bauleitplänen unterstehen.

Bauplanungsrecht

Auf der gesamtstaatlichen Ebene hat der Bund die Gesetzgebung für einen wesentlichen Teil der Städtebaupolitik im Bauplanungsrecht geregelt (Bodenrecht im Sinne des Art. 74 Nr. 18 GG). Mit dem Bundesbaugesetz, dem heutigen Baugesetzbuch, wurde 1960 erstmals ein für alle Gemeinden gültiger gesetzlicher Rahmen geschaffen, der bundesweit die gleichen Instrumente zur Ausgestaltung der örtlichen Bauleitplanung bereitstellt.

3.7.2 Bewertung der deutschen Planungsstruktur

Nach (Hübler 1997) konzentrierte sich die Rolle der Raumplanung in den sechziger Jahren im Wesentlichen darauf, die räumliche Verteilung der Zuwächse an Bevölkerung, Arbeitsplätzen, Investitionen und Infrastrukturen zu steuern. Es ging darum, diese Zunahme räumlich so zu verteilen oder auf deren Verteilung Einfluss zu nehmen, dass regional unerwünschte Entwicklungen in ihren Auswirkungen vermindert wurden. Das wirtschaftliche Wachstum, seit dieser Zeit auch in Form des Bruttosozialproduktes messbar, wurde als zu unterstützendes Paradigma übernommen und der Ausbau der Infrastruktur wurde zur zentralen Aufgabe der Raumplanung (Bringezu 1999).

Die Berücksichtigung des Verbrauchs an Naturgütern zur räumlichen Gestaltung und damit die Limitierung des Wirtschaftswachstumsprimat wurde erst später in die Diskussion gebracht. Der nächste Schritt bestand dann darin, umweltbezogene Aspekte nicht isoliert, sondern im jeweiligen Systemzusammenhang zu analysieren und in die Gesamtabwägung einzubeziehen. Hübler forderte in diesem Zusammenhang, „von der additiven Beschreibung der Veränderung des Raumes, soweit es die Naturgüter betrifft, zu einer umfassenden Bilanzierung auch der stofflichen und energetischen Verhältnisse einer Region (einer Kommune) vorzudringen und die Ergebnisse solcher Bilanzierungen in die planerische Abwägung vom Raumordnungsverfahren (ROV), bei der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), aber auch bei der Fortschreibung von Regionalplänen einzubringen und zugleich auch bei der täglichen Arbeit der Planungspraktiker in der Koordinierung zu berücksichtigen“ (Hübler 1990). Noch sind solche Stoff- und

Energiebilanzen als analyse- und entscheidungsvorbereitendes Element nicht in die Raumplanung eingeführt worden, aber die wissenschaftliche Diskussion drängt in diese Richtung (Hofmeister und Hübler 1990).

Für einige Regionen bzw. Kommunen sind bereits Stoffstromuntersuchungen in den neunziger Jahren im top-down-Verfahren durchgeführt worden, z. B. für das Ruhrgebiet (Bringezu und Schütz 1996). Die vorliegende Arbeit versucht diesen ökologisch sinnvollen Prozess zu unterstützen, indem u. a. die eingeforderten Stoff- und Energiebilanzen im bottom-up-Verfahren auf der Siedlungsebene ermittelt werden. Damit wird die Hoffnung verbunden, dass es in Ergänzung weiterer bottom-up-Untersuchungen, z. B. zu verkehrlichen Infrastrukturen etc., in geraumer Zeit und im Abgleich mit den top-down-Betrachtungen zu einer realistischen Einschätzung der ‚tatsächlichen' Stoff- und Energieflüsse einer Region, Kommune etc. kommt.

Ein noch ausstehender nächster Schritt zur Entwicklung einer nachhaltigen Raumplanung besteht in der eindeutigen Berücksichtigung messbarer sozialer Implikationen. Zwar beinhaltet die Raumplanung ‚per Definition' die Berücksichtigung gesellschaftlicher Belange. Ein dahingehend wirksames Instrument existiert bisher jedoch nicht. Ein Schritt, um diese Lücke zu schließen, könnte die Umsetzung der Strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP) sein, die zunehmend intensiv in der Diskussion ist (siehe Exkurs Strategische Umwelt-verträglichkeitsprüfung).

Die Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP)

Die EU arbeitet derzeit an einer ‚Richtlinie des Rates über die Prüfung von Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme'. Zweck einer solchen ‚strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung' ist es, bereits lange vor der Entscheidung über konkrete Einzelprojekte (z. B. bestimmter Anlagen) entsprechende Konzepte und Planungen hinsichtlich ihrer Umweltverträglichkeit zu durchleuchten. Die bisherige Umweltprüfung wird zunehmend kritisch betrachtet, da sie auf Projektebene und damit am Ende von Planungs- und Entscheidungsprozessen häufig zu spät einsetzt und die Prüfung von Alternativen stark vernachlässigt und zudem auch projektübergreifende Umweltauswirkungen weitgehend unberücksichtigt lässt.

Mit der SUP soll ein hohes Umweltschutzniveau und ein wesentlicher Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung geleistet werden. Wichtig erscheint in diesem Zusammenhang vor allem, dass die strategische Umweltverträglichkeitsprüfung auf einer möglichst hoch angesiedelten Ebene unter ausreichender Beteiligung der Bürger verbindlich vorgesehen wird und folgende Vorhaben umfasst: Raumordnungs-, Energie-, Verkehrs-, Abfallwirtschafts-, Wasserwirtschafts-, Bergbau-, Naturschutz-, Land- und Forstwirtschafts- sowie Tourismuskonzepte. Ebenso notwendig erscheint es, dass ähnlich wie in den Niederlanden Gesetzes- und Verordnungsentwürfe einer strategischen Umweltverträglichkeitsprüfung unterzogen werden. Die SUP kann zu einer Erleichterung und Beschleunigung der darauf aufbauenden Projekt-UVP'en beitragen, diese jedoch keinesfalls ersetzen.

Die Folgen dieser Planungskultur der sechziger Jahre werden im nachfolgenden Kapitel am Beispiel der Abwasserentsorgung in Deutschland dargestellt, da diese neben der verkehrlichen Infrastruktur aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen zunehmend an Bedeutung gewinnt. Gerade vor dem Hintergrund der anstehenden Sanierung der zum größten Teil maroden Abwassersysteme, so auch in Deutschland, den EU-Erweiterungsstaaten sowie vielen noch nicht an die Entsorgung angeschlossenen Gebieten, könnten neue Formen der Planung und neue Konzepte womöglich helfen, Kosten zu senken und gleichzeitig die Umwelt zu schonen. Die Frage, welchen Beitrag dezentrale Konzepte, wie sie zum erstenmal im großen Maßstab innerhalb der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite umgesetzt wurden, dazu leisten können, wird diese Untersuchung versuchen in Kapitel 6 zu beantworten. Um die Bedeutung der Abwasserthematik nachvollziehen zu können, werden zunächst die Bedeutung des Wassers für

den Menschen, die Beziehung Wasser/Abwasser sowie die gegenwärtigen Probleme bezüglich der Wasserqualität und -quantität angesprochen. Daran anschließend sollen die Ursachen für die dargestellten Probleme erläutert und an Hand eines Einblicks in die Geschichte der Abwasserentsorgung abgeleitet werden.

3.7.3 Die Auswirkungen der deutschen Planungskultur am Beispiel der Wasserver- und Abwasserentsorgung

Wasser ist das Lebensmittel Nummer 1. Der Mensch kann nur wenige Tage ohne Wasser überleben. Er benötigt es nicht nur als Nahrungsmittel, sondern auch zur Reinigung, zur Bewässerung, als Transportmedium etc.. Diese herausragende Bedeutung ist auch in der Wassercharta der EU verankert: „Jeder Mensch gebraucht Wasser und hat deshalb Rücksicht zu nehmen auf die anderen Wasserbenutzer." Von den 510 Mio. km^2 der Erdoberfläche bedeckt das Wasser rund zwei Drittel. Global gesehen haben wir also Wasser im Überfluss, wovon jedoch mehr als 97% salziges Meerwasser sind und nur 0,6% (ca. 8,8 Mio. m^3) das aus Oberflächengewässern und Grundwasser bestehende Süßwasserreservoir bilden (Damrath und Cord-Landwehr 1992).

Die Bevölkerungs- sowie die klimatische Entwicklung verschärfen den Trinkwassernotstand in großen Teilen der Erde. Das Wasserdargebot in Mitteleuropa ist auf Grund der natürlichen Gegebenheiten hoch. Zwar gibt es auch in unseren Breiten lokale Wassermangelgebiete, diese werden aber über Fernleitungen versorgt. In Deutschland kann somit nicht von einem quantitativen Mangel gesprochen werden, vielmehr zeigt sich eher ein qualitativer Mangel an hochwertigem, gesundem Wasser, der aus einem steigenden Wasserverbrauch und aus der zunehmenden Verschmutzung der nutzbaren Wassermenge resultiert (Kocsis 1993).

Der globale Umsatz in der Wasserwirtschaft liegt nach einer Abschätzung der EU bei ungefähr 600 Milliarden DM (Force 1998), wovon etwa je ein Drittel in Westeuropa und den USA umgesetzt wird. Allein die Wasserversorgungsunternehmen in Europa setzen davon näherungsweise 100 Milliarden DM um. Damit kommt der Wasserbranche eine nicht unerhebliche volkswirtschaftliche Bedeutung zu. Dass dieser Bereich aber auch unter Umweltkostengesichtspunkten relevant ist, belegen die rund 90 % der in Deutschland getätigten staatlichen Investitionen für den Umweltbereich, die in den Gewässerschutz fließen. Das Bruttoanlagevermögen im Gewässerschutz lag 1994 bei knapp 300 Milliarden DM.

Die Ressource Wasser wird durch anthropogene Schadstoffeinträge in Wasser, Luft und Boden gefährdet, so z. B. durch starken Düngemittel- und Pestizideinsatz in der intensiven Landwirtschaft und durch den motorisierten Personen- und Güterverkehr. Gleichzeitig wird in den natürlichen Wasserkreislauf durch die Bebauung und Nutzung von Flächen und durch die Versorgung von Haushalten, öffentlichen Einrichtungen, Industrie und Landwirtschaft eingegriffen. Dies führt zu einer Verschiebung der natürlichen Abläufe von Verdunstung, Kondensation, Niederschlag, Versickerung/Abfluss und Grundwasserneubildung.

Deutschland hat durch seine hohe Siedlungsdichte und seine hohe Produktivität und Intensität in Industrie und Landwirtschaft ein generell hohes Verschmutzungspotential für das Grund- und Oberflächenwasser. Da Deutschland ein wasserreiches Land ist, konnte sich in den 50er und 60er Jahren der Wiederaufbau zunächst entwickeln, ohne der steigenden Verschmutzung der Oberflächengewässer Rechnung zu tragen, da keine qualitätsbedingten Versorgungsengpässe befürchtet werden mussten. Bedingt durch die wachsenden Abwassereinleitungen von Kommunen und Industrie hatte sich die Gewässergüte der Vorfluter[44] im Zuge der Industrialisierung dramatisch verschlechtert, so dass später intensive Anstrengungen notwendig waren, um die Güte der Oberflächengewässer wieder zu verbessern.

[44] Bach oder Fluss, in den die gereinigten Abwässer einer Kläranlage eingeleitet werden.

Eine zentrale Wasserversorgung ist in Deutschland in allen Regionen zu nahezu 100 % bei einem hohen qualitativen Standard gesichert. Zwei Drittel der Wasserförderung zur Trinkwasserversorgung werden aus Grundwasser gedeckt. Erfolgte in der Vergangenheit die Aufbereitung von Grundwasser vor allem wegen geogen bedingter Verunreinigungen, so nimmt nun der Anteil zu, der auf Grund von anthropogenen Belastungen aufbereitet werden muss.
Während auf Seiten der Wasserversorgung besonders in Ballungszentren zunehmend Probleme entstehen, ausreichende Mengen an qualitativ hochwertigem Trinkwasser zur Verfügung zu stellen, müssen im Bereich der Entsorgung von Schmutzwasser und Niederschlagsabflüssen auf Grund des hohen Verbrauchs und der hohen Versiegelungsrate enorme Wassermengen mit großem Aufwand abgeleitet und behandelt werden.

Die in Westeuropa historisch gewachsene Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung (Schwemmkanalisation und Kläranlagen) ist in der Regel zentral angelegt und stellt nach Aussage diverser Fachleute auch ein geeignetes Exportkonzept zugunsten Ländern mit geringer Industrialisierung dar. Eine wachsende Gruppe von Wissenschaftlern widerspricht dieser These jedoch energisch und favorisiert orts- und klimaspezifische dezentrale Konzepte (Lange und Otterpohl 1997). Diverse Untersuchungen verweisen auf die teilweise sehr ineffiziente Reinigungsleistung kommunaler Kläranlagen und deren langfristig als ungenügend einzustufende Recyclingfunktion (Raach et al. 1999). Neben ökologischer Bedenken stützen sich die Kritiker eines konventionellen Abwassersystems bei ihrer Einschätzung auch auf wirtschaftliche Argumente. Nach ihrer Einschätzung entfallen rund zwei Drittel der öffentlichen Investitionskosten im Bereich der öffentlichen Ver- und Entsorgung auf das Rohrnetz. Sie weisen auch darauf hin, dass hinsichtlich der Instandhaltung und Wartung die Wasserverteilung der aufwendigste Betriebszweig ist (Hahn et al. 1998, 87). Für Deutschland wurde in einer Erhebung seit 1960 die in Abbildung 19 dargestellte Aufteilung der Investitionen in die Wasserversorgung nach Anlagenarten ermittelt.

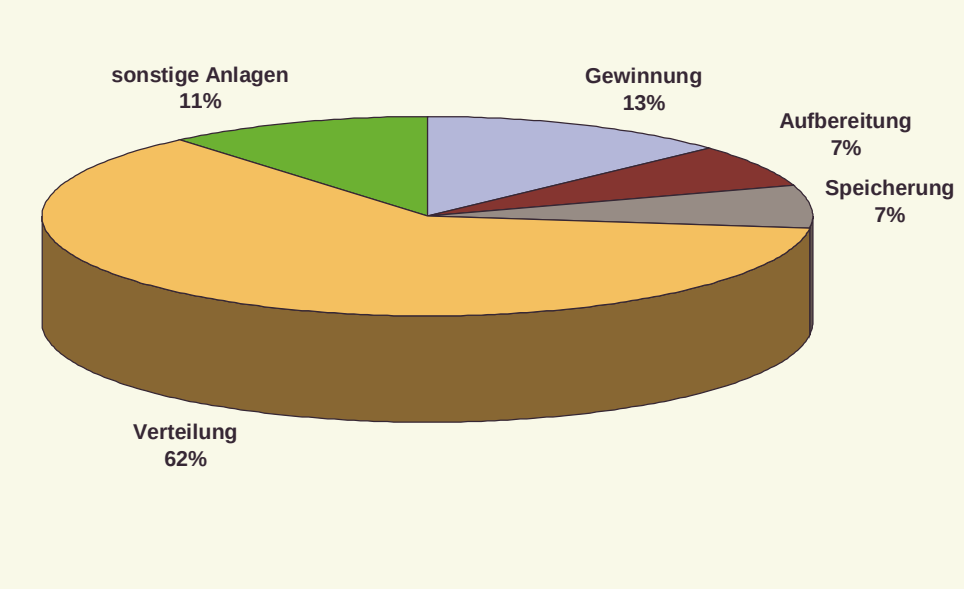


Abbildung 19: Aufteilung der Investitionen in die Wasserversorgung nach Anlagenarten (Rammner 1989).

Mit jahrelangen Subventionen wurde also ein Bereich gefördert, dessen Lösungen heute nicht mehr bezahlbar sind und der damit – insbesondere international – nur noch eingeschränkt

exportfähig ist. Alleine das Land Brandenburg wird für die Stabilisierung der Situation bei den Zweckverbänden in den nächsten 10 Jahren 500 Millionen DM jährlich aufbringen müssen.[45]

3.8 Schlussfolgerungen

Die Ausführungen dieses Kapitels machen deutlich, dass die bisher in Deutschland vorherrschende Planungskultur die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung nicht unterstützt. Obwohl die unterschiedlichen Planungsebenen bzw. -instrumente einzelne Dimensionen der Nachhaltigkeit abdecken, weist die globale sowie nationale Betrachtung deutliche Defizite auf. Die genauere Betrachtung der Themen Wasser/Abwasser bzw. Bauen und Wohnen veranschaulichen dies konkret. Es ist offensichtlich, dass mit Hilfe der gültigen Planungsinstrumente z. B. einige Erfolge im Bereich des Umweltschutzes erzielt werden konnten. Gesetzliche Regelungen und planerische Ansätze haben sich gerade hinsichtlich der unverkennbar gestiegenen Wasser- und Luftqualitäten verdient gemacht. Darüber hinaus ist es aber nicht gelungen, die gravierenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Probleme in den Griff zu bekommen. Die gegenwärtige Situation im Bereich des Abwassers stellt sich bei genauerer Betrachtung sowohl ökologisch als auch ökonomisch als optimierungsfähig dar. Als die markantesten Punkte sind die enormen Kosten für den Unterhalt kommunaler Klärsysteme sowie die sehr mangelhafte Ausnutzung der im Abwasser befindlichen Nährstoffen deutlich geworden.

Die Betrachtung der deutschen Wohnsituation und -geschichte macht deutlich, dass auch hier zumindest unter ökologischen und sozialen Gesichtspunkten unverkennbar Defizite vorhanden sind. Die stetig zunehmende Versiegelung von Fläche in Folge neuer Siedlungsvorhaben, der trotz effizienterer Technologien nicht sinkende Energieverbrauch sowie die nicht zu leugnende Ghettoisierung einzelner Quartiere stehen zweifelsohne nicht für eine nachhaltige Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen. Hinzu kommen weitere Aspekte wie z. B. die vermehrt vorzufindende Lärmbelästigung bzw. die wahrscheinlich diesbezüglich gestiegene Sensibilisierung der Menschen in vielen Wohngebieten und der hohe Ressourceneinsatz zur Errichtung neuer Gebäude, da das Massivhaus immer noch am Markt dominiert. Es darf bezweifelt werden, dass die bisher eingeleiteten politischen Maßnahmen, wie z. B. die Energieeinsparverordnung oder auch die Fördermaßnahmen im Bereich der energetischen Altbausanierung ausreichen werden, um die notwendige Trendwende zu vollziehen. Welche Wege es zu beschreiten gilt, wie diese Trendwende konkret ausgestaltet sein könnte und wie der Fortschritt messbar gemacht werden kann, soll in den nachfolgenden Kapiteln u. a. am Beispiel der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite aufgezeigt werden.

[45] Die Schulden der Brandenburger Zweckverbände betragen bereits heute etwa 2,5 Milliarden DM.

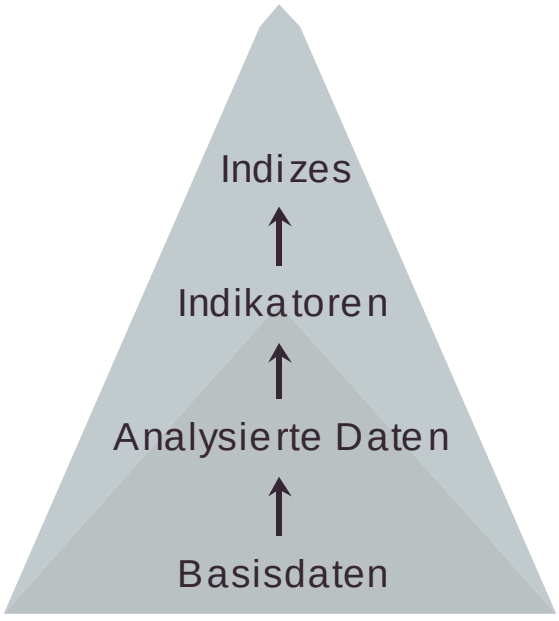
„Es gibt ein unfehlbares Rezept, eine Sache gerecht unter zwei Menschen aufzuteilen: Einer von ihnen darf die Portion bestimmen und der anderer hat die Wahl.“

Quelle: Gustav Stresemann (* 1878 †1929).

4 Indikatoren einer nachhaltigen Entwicklung

Wie in Kapitel 2.1 dargestellt, wurde 1992 auf der UN-Konferenz in Rio de Janeiro das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung beschlossen. In der Folge galt und gilt es nun für die einzelnen Vertragsstaaten, das Leitbild zu konkretisieren und umzusetzen. Die bisher zurückliegenden Klimagipfel verfolgten als Teilbereich dieses Ziel und konnten zu vielen Sachfragen eine Reihe von Fortschritten erzielen (Treber 1999), so z. B. bei der Erfüllungskontrolle oder den Richtlinien für das Erstellen der Nationalberichte der Industrieländer, welche beim 5. UN-Klimagipfel (COP 5) in Bonn 1999 verabschiedet wurden. Auch wenn in erster Linie der Name ‚Klima'gipfel im Kontext des Rio-Gipfels im Mund geführt wird und so eingrenzend auf eine rein umweltbezogene Themendiskussion bezüglich des Erhalts einer gesunden, natürlichen Umwelt hinweist, beinhaltet eine nachhaltige Entwicklung gleichrangig die Schaffung einer intakten wirtschaftlichen und sozialen Umwelt. Es gilt diese drei Ziele miteinander in Einklang zu bringen und mögliche Zielkonflikte zwischen den einzelnen Bereichen ausfindig zu machen und soweit möglich aufzulösen. Die Ziele der jeweiligen Bereiche sind jedoch so gegeneinander abzuwägen, dass in Folge einer integrierten Entscheidung keiner der drei Bereiche vernachlässigt wird.

Die erste Konkretisierung für das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung erfolgte in der Agenda 21, dem Aktionsprogramm der Vereinten Nationen für das 21. Jahrhundert (United Nations - UN 1992). Hier wurden zum ersten Mal sehr allgemeine Ziele für die Bereiche Umwelt, Wirtschaft und Soziales formuliert sowie Vorschläge zu deren Umsetzung gemacht. Inzwischen beschäftigen sich, wie es in Kapitel 40 der Agenda 21 gefordert wird, viele Akteure auf unterschiedlichen Ebenen mit Nachhaltigkeitszielen und entsprechenden Indikatoren, die als geeignetes Instrument zur Beobachtung und Messung der Nachhaltigkeit eingesetzt werden sollen. Die nachfolgende Erläuterung ist als Kompromissformel zu verstehen und spiegelt nur eine Auffassung von Indikatoren wider.



Indikatoren (Merkmal, das etwas anzeigt; Dudenredaktion 1997) sind Bestandteil des täglichen Handelns, häufig ohne, dass es uns bewusst wird, wie z. B. Uhrzeit, Gewicht, Temperatur oder Preis. Ihre Aufgabe besteht also darin, die Datenvielfalt so zu verdichten. In Bezug auf eine nachhaltige Entwicklung bedeutet dies dass es möglich wird, die wesentlichen Aspekte der zentralen Problemfelder Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft in operationalisierte relevante Informationen umzusetzen. Das mit der Verdichtung der Daten ein Informationsverlust einher geht ist unvermeidbar.

Abbildung 20: Stufenmodell der Informationsverdichtung.

4.1 Indikatoren als Schlüssel der Nachhaltigkeitsbewertung

Die große Anzahl der diversen Bemühungen zur Indikatorenentwicklung (vgl. Tabelle 5) ist noch kein zuverlässiges Indiz für ihre Qualität.[46] Deshalb wird in dieser Arbeit zunächst eine wissenschaftliche Fundierung durchgeführt. Daran anschließend kann die qualitative Beurteilung der bisherigen Aktivitäten vorgenommen und ein Bewertungsraster definiert werden, das sich an den Entwicklungs- und Anwendungsschritten eines Indikatorensystems für nachhaltige Entwicklung anlehnt. Aus dieser Bewertung wird ein Indikatorensatz abgeleitet, welcher die Beurteilungsbasis in dieser Arbeit darstellt.

Der erste Schritt zur Entwicklung von Indikatoren besteht in der Festlegung von Teilzielen für die Bereiche Umwelt, Wirtschaft und Soziales. Diesem Schritt kommt eine besondere Rolle zu, da ein Indikator letztendlich nur anzeigt, inwiefern sich die Wirklichkeit auf dieses definierte Nachhaltigkeitsziel zu bewegt.

In einem zweiten Schritt müssen dann die Indikatoren ausgewählt werden, mit deren Hilfe sich der Zielerreichungsgrad messen lässt. Es gibt vielfältige Möglichkeiten diesen Schritt zu gehen. Zum einen werden ‚Leit'-Indikatoren von politischen Akteuren vorgegeben, die nachfolgend auf unterschiedlichen Ebenen zur Anwendung kommen (deduktiver Ansatz). Zum anderen werden auf lokaler oder betrieblicher Ebene ‚Einzel'-Indikatoren entwickelt, die, nachdem sie ihre Praxistauglichkeit bewiesen haben, auf übergeordneten Ebenen als ‚Leit'-Indikatoren verwendet werden (induktiver Ansatz). Ansatzunabhängig gilt es folgende Anforderungen bei der Auswahl von Indikatoren zu berücksichtigen (Oldenburg 1998, Henseling et al. 1999, 7, FUE 1997):

- Die politische Relevanz,
- die Nützlichkeit für die Anwender,
- die Messbarkeit,
- die wissenschaftliche Haltbarkeit,
- die Verständlichkeit,
- die bewusstseinsschaffende Relevanz,
- die Trennschärfe und
- ein angemessenes Kosten/Nutzen-Verhältnis.

Sofern diese Anforderungen an Indikatoren erfüllt werden, können sie ihrer analytischen, Kommunikations-, Warn- und Planungsfunktion gerecht werden (M. Born 1997a, 24-34, Teichert et al. 1997).

Grundsätzlich ist anzumerken, dass Indikatoren immer subjektiv gewählt sind und dementsprechend die daraus entstehende Beurteilung auch immer subjektiv ist. Diese Tatsache ist unproblematisch, solange die Indikatorenauswahl Ergebnis eines konsensualen Prozesses ist und somit von einer breiten Basis getragen wird, was jedoch selten die Realität widerspiegelt. Darüber hinaus wird das Leitbild einer Nachhaltigen Entwicklung als regulative Idee verstanden, für die es nur „vorläufige und hypothetische Zwischenbestimmungen geben kann" (Homann 1996). Der fließende Prozess der Zwischenbestimmung von ‚Leitplanken oder Leitstrahlen' ermöglicht folglich im idealisierten Sinne die permanente Einflussnahme aller Akteure. Da diese nicht zu realisieren ist, sollte die Festlegung eines Indikatorensatzes selbst Teil eines Partizipationsprozesses sein (Bundesministerium für Raumordnung 1997), wie ihn z. B. die Arbeitsgruppe Lokale Agenda 21 der Universität Oldenburg in der Kommune Ganderkesee erfolgversprechend initiieren, begleiten und dokumentieren konnte (Oldenburg 1998).

[46] So merkt u. a. die Fachgruppe Frauen der Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung an, dass bisher eine Analyse über die Einbeziehung von geschlechtergerechtigkeitssensiblen Indikatoren nicht vorliege (Vereinigung für Stadt- 1998, 11).

Dennoch sollen einige wenige erfolgreiche Ansätze nicht über die Tatsache hinweg täuschen, dass bei genauerer Überprüfung neben Licht auch Schatten zu Tage tritt. Bereits der erste Schritt mit der Festlegung von Teilzielen stellt eine große Herausforderung für Politik, Gesellschaft und Wirtschaft dar. In der Vergangenheit gelang es leider selten, alle relevanten Akteure an einen Tisch zu bekommen, um mehrheitsfähige Nachhaltigkeitsziele konkret zu definieren.

Während die ökologischen und ökonomischen „Headline-Indikatoren" zum Nachweis einer nachhaltigen Entwicklung sowohl volkswirtschaftlich wie auch betriebswirtschaftlich bereits auf einem relativ breiten Konsens fußen,[47] befinden sich die Arbeiten zu sozialen Indikatoren insbesondere hinsichtlich der Quantifizierbarkeit noch im Anfangsstadium eines langwierigen Entwicklungsprozesses.[48] Gleiches gilt für die angemessene Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen den Dimensionen einer nachhaltigen Entwicklung.

Die bisherigen Arbeiten und Ergebnisse im Bereich sozialer Indikatoren weisen im Zusammenhang mit der Erarbeitung konkreter Indikatoren und bezüglich der systematischen Indikatorenbildung (Operationalisierung) zwar noch Forschungslücken auf, geben jedoch bereits entscheidende Hinweise auf zentrale Themenfelder (Kategorien und Aspekte) in der sozialen Dimension. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang vor allem die in Abbildung 21 aufgezeigten Arbeiten.

Abbildung 21: Jüngste Entwicklungen im Bereich Corporate Social Responsibility (Kuhndt et al. 2002).

Da theoretische Konstrukte wie die Idee Nachhaltige Entwicklung zu abstrakt und offen formuliert sind, als dass unmittelbar Indikatoren zu deren Messung bestimmt werden könnten, wird als Grundlage für ihre Operationalisierung in der Regel auf Verfahren zur inhaltlichen Konkretisierung zurückgegriffen. In den Sozialwissenschaften hat sich zu diesem Zweck ein

[47] Vgl. (Birkmann et al. 1999, 21ff.), (Szerenyi 1999, 43ff.)

[48] (UNCSD 2001); (GRI 1999)

zweistufiges als dimensionale Analyse oder Konzeptspezifikation bezeichnetes Verfahren etabliert,[49] auf das auch in dieser Arbeit zurückgegriffen werden soll (siehe Abbildung 22).

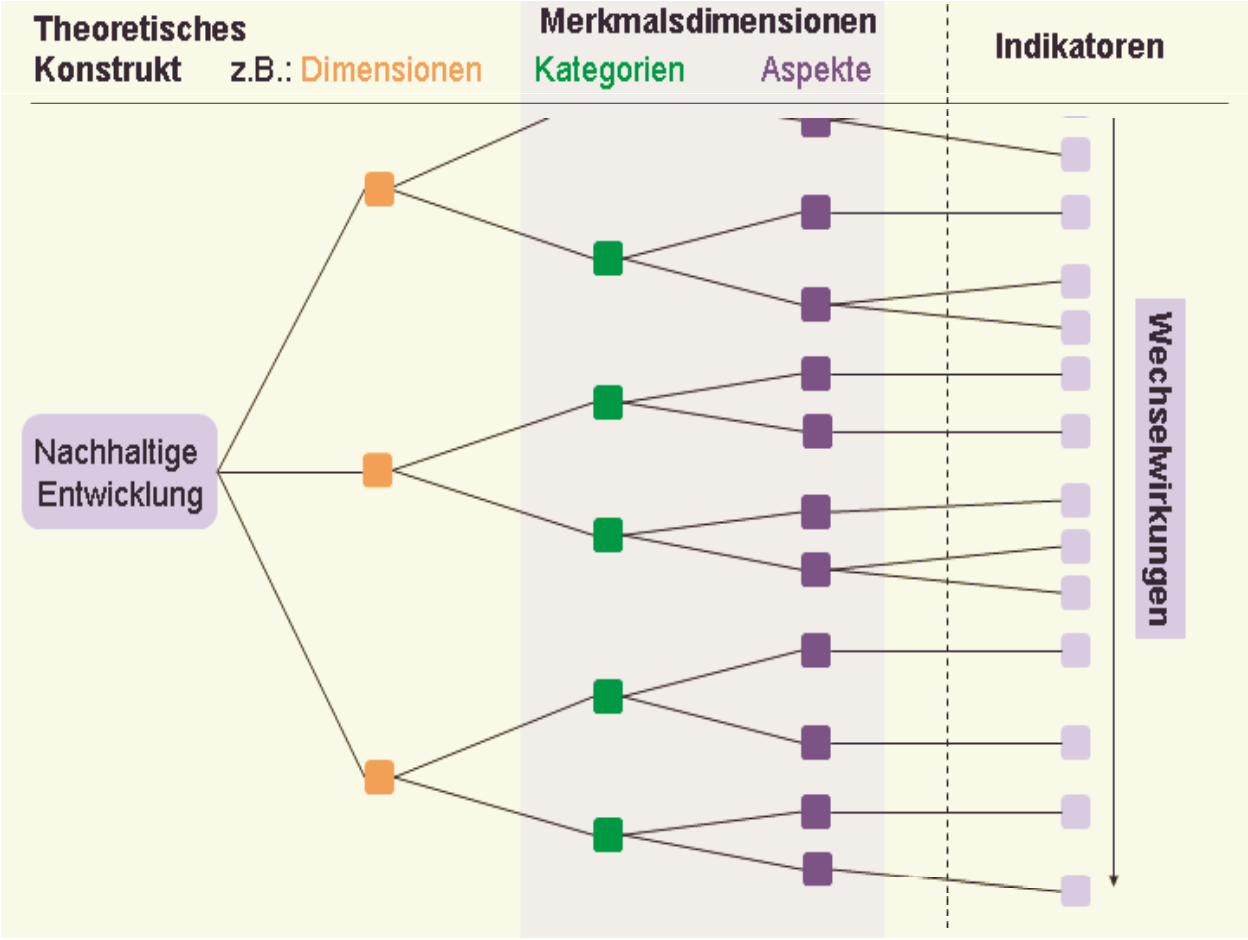


Abbildung 22: Dimensionale Analyse zur Aufspaltung des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ in Kategorien und Aspekte (in Anlehnung an Köhler 1987).

Der **erste Schritt** einer dimensionalen Analyse beinhaltet die **Aufspaltung** des theoretischen Konstruktes in **Merkmalsdimensionen**, die vor dem Hintergrund der Untersuchung als relevant erachtet werden und das theoretische Konstrukt bezeichnen (Fürtjes 1982, 36). Bezogen auf das Leitbild nachhaltiger Entwicklung entspricht die Aufspaltung in die Dimensionen nachhaltiger Entwicklung einer ersten möglichen, sehr groben Konkretisierung des Leitbildes. In der Regel wird eine wesentlich detailliertere Aufspaltung vorgenommen. Mittlerweile hat sich in verschiedenen international renommierten Ansätzen eine dreistufige Aufspaltung durchgesetzt.[50] Es wird zwischen den bereits erläuterten Dimensionen nachhaltiger Entwicklung sowie Kategorien und Aspekten[51] unterschieden. Diese sind wie folgt definiert:

[49] Vgl. (Schnell et al. 1988, 118), (Köhler 1987, 85).

[50] Dieses Vorgehen wird z.B. im Leitfaden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von der Global Reporting Initiative (GRI), im Rahmen der ISO 14000er Serie zum Umweltmanagement und vom World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) in dessen Öko-Effizienz Ansatz gewählt. Die United Nations Commission for Sustainable Development (UNCSD) verwendet einen strukturell identischen Ansatz, greift aber an Stelle von Kategorien und Aspekten auf die Termini Themen und Sub-Themen zurück. Vgl. (UNCSD 2001, 12ff.), (GRI 1999, 18), (DIN 1999, 5f.), (WBCSD 1999, 3f.)

[51] Als Oberbegriff für Kategorien und Aspekte wird im Folgenden der Terminus Themenfeld verwendet.

- **Kategorien:** Sie charakterisieren im weiteren Sinne ökonomische, ökologische oder soziale Bereiche, die für die einzelnen Anspruchsgruppen (stakeholder) relevant sind (z. B. Luft, Energie, Arbeitsbedingungen, lokal-ökonomische Auswirkungen)
- **Aspekte:** Auf die spezifischen Kategorien bezogener Typ von Information (z. B. Treibhausgas, Energieverbrauch pro Quelle, Praxis hinsichtlich von Kinderarbeit, Abgaben an die Kommune). Einer bestimmten Kategorie können mehrere Aspekte zugewiesen werden.[52]

Durch die inhaltliche Konkretisierung des Leitbildes mit Hilfe der Themenfelder wird das Leitbild greifbarer und die Auswahl von Indikatoren erleichtert. Da die Selektion der Themenfelder jedoch grundsätzlich von subjektiven Relevanzüberlegungen geleitet ist, birgt sie die Gefahr, dass relevante Gesichtspunkte nicht berücksichtigt werden und sich ein Informationsverlust ergibt, oder dass Themenfelder die nicht relevant sind (ohne Informationsgewinn) berücksichtigt werden (Rennings 1994, 144f., Fürtjes 1982, 38). Häufig kann erst in späteren Stufen sicher festgestellt werden, ob die getroffene Auswahl der Erfassung des theoretischen Konstruktes angemessen war oder verbessert werden muss. Auf Grund der beschriebenen Risiken und der Tatsache, dass die Themenfelder die Grundlage für die Indikatorenauswahl darstellen, sollte ihre Bestimmung mit größter Sorgfalt und möglichst systematisch vorgenommen werden (Berkhout et al. 2001, 27).

Ähnlich gelagert ist die Problematik beim **zweiten Schritt** der dimensionalen Analyse, der **Auswahl von Indikatoren** als empirische Äquivalente zu den zuvor theoretisch definierten Themenfeldern (vgl. Mayntz et al. 1972, 20, 40). Da sich die Indikatoren nicht direkt auf das theoretische Konstrukt einer nachhaltigen Entwicklung, sondern auf die einzelnen Merkmalsdimensionen bzw. Themenfelder beziehen, die das theoretische Konstrukt beschreiben, müssen solche Indikatoren gefunden werden, die einen Rückschluss auf die Themenfelder ermöglichen (vgl. Mayntz et al. 1972, 20). Die Auswahl der Indikatoren basiert ebenso wie die Bestimmung der Themenfelder auf subjektiven Relevanzüberlegungen (Fürtjes 1982, 44). Dadurch entsteht die Gefahr, dass Indikatoren ausgewählt werden, die etwas anderes messen als das, was sie messen sollen.

Die Gefahren bei der Bestimmung von Themenfeldern und Indikatoren unterstreichen die Bedeutung dieser Elemente. Ohne die Auswahl der ‚richtigen' Indikatoren, die die vorhergehende ‚korrekte' Identifikation der Merkmalsdimensionen voraussetzt, ist eine Bewertung und zielgerichtete Steuerung eines Untersuchungsgegenstands unmöglich bzw. zufällig.

Da das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung ein normatives und damit kontextbedingtes Konzept ist, basiert die Identifikation von relevanten Themenfeldern auf Werturteilen (UNEDF 2001, 33f., Szerenyi 1999, 39). Diese Werturteile variieren in Abhängigkeit des situationsspezifischen Kontextes infolge soziokultureller, ökologischer, ökonomischer, räumlicher und zeitlicher Unterschiede. Um diese Unterschiede im Rahmen der Indikatorenbildung angemessen berücksichtigen zu können, ist es notwendig, die Standpunkte der im jeweiligen Kontext als relevant identifizierten Stakeholder in Form von situationsspezifischen Themenfeldern abzubilden. Mittlerweile werden hierzu in zunehmendem Maße sog. Multi-Stakeholder Prozesse durchgeführt.[53] Unter Multi-Stakeholder[54] Prozessen werden Prozesse verstanden, die darauf gerichtet sind, zu einer bestimmten Fragestellung die

[52] (GRI 1999, 18).

[53] Auf die wachsende Bedeutung von Multi-Stakeholder Prozessen wird vom gesamten Spektrum gesellschaftlicher Gruppierungen hingewiesen. Vgl. hierzu beispielsweise (EC 2001a, 10, 18), (UNEDF 2001,66ff., 118ff.).

[54] Gesellschaftliche Akteure die für bestimmte Gruppen als repräsentativ gelten.

Standpunkte sämtlicher relevanten Stakeholder zu berücksichtigen. Mit diesem Vorgehen verbindet sich die Absicht, dem interdisziplinären Charakter des Leitbildes Rechnung zu tragen und durch die Beteiligung eines breiten Spektrums individueller Hintergründe und Sichtweisen Konfliktpunkte bereits zu Beginn des Prozesses zu identifizieren. Hierdurch kann die Akzeptanz der zu erarbeitenden Indikatoren gesteigert, ihre Verbreitung durch die Beteiligten als Multiplikatoren gefördert und das Konfliktpotential gemindert werden (Hund et al. 2001, 11, Rohn et al. 2001, 17f., Spangenberg et al. 1999).
Über die Möglichkeit der Abbildung des situationsspezifischen Kontextes hinaus, weisen Multi-Stakeholder Prozesse weitere Vorzüge auf. Dies gilt in besonderer Weise für soziale Nachhaltigkeitsindikatoren. Aus Sicht der Wissenschaft erscheint die Verfolgung eines Multi-Stakeholder Ansatzes zur Entwicklung sozialer Indikatorensets notwendig, da

1. allein die Akzeptanz und Verständlichkeit von Indikatoren entscheidend für eine spätere Anwendung ist,
2. weniger die entsprechenden Fachdisziplinen ausschlaggebend sind (wie bei der Entwicklung der ökologischen und ökonomischen Indikatoren), als das, was die wesentlichen Gruppierungen einer Gesellschaft wie z. B. Religionsgemeinschaften, Gewerkschaften, Sozialpolitiker, Unternehmen, Wissenschaft etc. für sozial angemessen und relevant halten,
3. kulturelle Spezifikationen und mögliche Verallgemeinerungen (z. B. Verbot von Kinderarbeit – Altersgrenze) abzuwägen sind.

In jüngster Vergangenheit setzt sich auch in der Privatwirtschaft zunehmend die Erkenntnis durch, dass Multi-Stakeholder Prozessen als Instrument zur systematischen Einbeziehung der Stakeholder in die Nachhaltigkeitsindikatorenbildung notwendig sind. Dies hängt neben der aus dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung erwachsenden Notwendigkeit (s. o.) insbesondere mit den Nutzenpotentialen von Multi-Stakeholder Prozessen zusammen. Im Zuge der Globalisierung und der immer schnelleren Verbreitung von Informationen über die modernen Kommunikationsmedien wird von Unternehmen mehr und mehr verlangt, sich als Mitglieder der Gesellschaft weltweit verantwortungsbewusst zu verhalten (EC 2001b, 4, Hund et al. 2001, 1, Münzing und Zollinger 2001, 24, Bendell 2000, UNCSD 2001, 2, UNEP und SustainAbility 1999, 5). Um in diesem Umfeld zunehmender Sensibilisierung der Stakeholder als Unternehmen eine „gesellschaftliche Betriebserlaubnis“, die sog. „license to operate“, zu erhalten, muss auf transparente Weise Rechenschaft darüber abgelegt werden, dass Mehrwert für eine Gruppe nicht auf Kosten einer anderen geschaffen wird (Münzing und Zollinger 2001, 24, UNEDF 2001, 40). Dies erfordert einen neuen Umgang mit den Stakeholdern, sollen diese als unterstützende Partner dauerhaft gewonnen werden. Multi-Stakeholder Prozesse stellen ein Instrument dar, um dieser Herausforderung zu begegnen.
Vor diesem Hintergrund verwundert es nicht, dass innerhalb der NRO-Szene und der Gewerkschaften die soziale Dimension der Nachhaltigkeitsdebatte zunehmend intensiver thematisiert wird. Dies belegen u. a. der Workshop „Nachhaltiges Bauen und Wohnen“ zum Thema „Soziale Nachhaltigkeit“ der Industriegewerkschaft Bauen, Agrar, Umwelt (IG BAU) oder die Aktivitäten des Forums Umwelt und Entwicklung. Dies sind weitere Versuche, den zentralen Themenbereichen und Nachhaltigkeitszielen für die soziale Entwicklung in Form von Multi-Stakeholder Prozessen auf der Handlungsebene zur Umsetzung zu verhelfen. Dieses Vorgehen korrespondiert explizit mit den in Kapitel 7 formulierten Forderungen der Agenda 21 zur „Förderung einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung“ (United Nations - UN 1992).

Dass bisher dennoch nur wenige Nachhaltigkeitsprozesse erfolgversprechend angelaufen sind, liegt primär an dem ihnen zu Grunde liegenden Vorgehen. Traditionell technokratische Politik-Ansätze (vgl. Abbildung 23) stießen in der Vergangenheit häufig auf Widerstand bei dem Versuch, Nachhaltigkeit gesellschaftlich zu verankern.

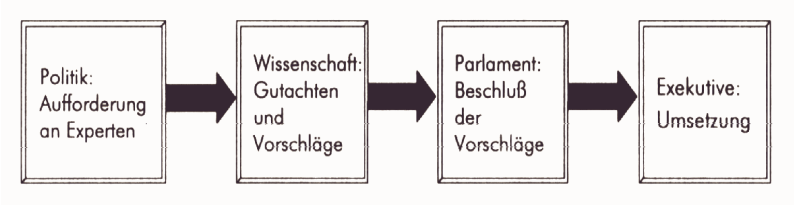


Abbildung 23: Traditioneller technokratischer Politik-Ansatz (IFOK 1997, 62).

Die grundlegenden konzeptionellen Defizite dieses Ansatzes liegen in „einer unzweckmäßigen Abkürzung des gesellschaftspolitischen Zielfindungsprozesses“ (IFOK 1997, 61) und seiner auf normativen Vorgaben beruhenden Struktur. Komplexe Probleme einer global vernetzten Gesellschaft lassen sich mit diesem Politikansatz offensichtlich nicht lösen.

Einen möglichen Ausweg aus diesem Dilemma offeriert ein anderer Ansatz: der diskursive Politikansatz (vgl. Abbildung 24). Der Vorteil dieses Ansatzes beruht auf seiner Netzwerkstruktur, die eine Beteiligung aller gesellschaftlichen Gruppen vorsieht.[55] Die wissenschaftliche Fundierung ist zwar immer noch ein relevantes Element dieses diskursiven Suchprozesses, steht aber nicht mehr allein in dessen Zentrum.

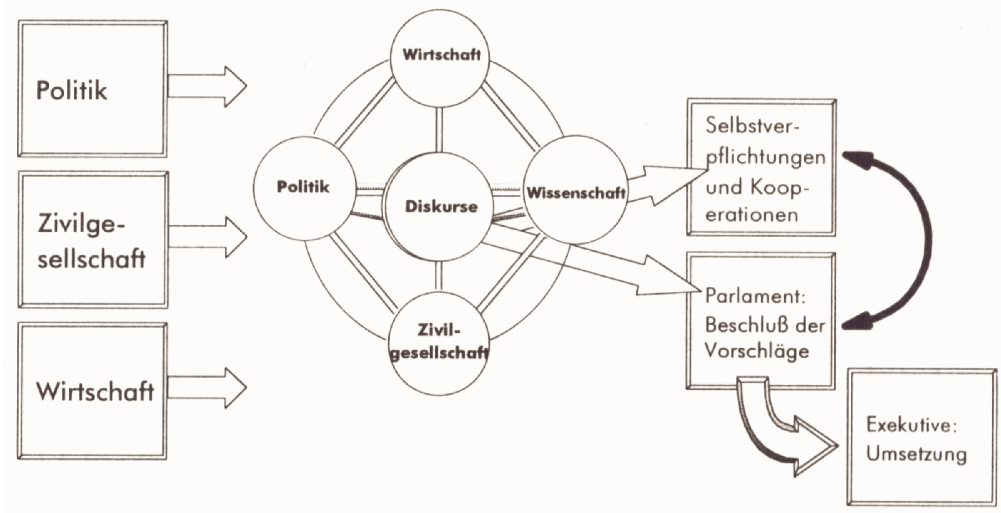


Abbildung 24: Der diskursive Politik-Ansatz (IFOK 1997, 63).

Im **dritten** Schritt müssen die entsprechenden **Daten zusammengetragen** werden. Der **vierte** Schritt besteht in der **Bewertung der vorliegenden Daten**. Der abschließende **fünfte** Schritt besteht in der **Evaluierung der gewählten Indikatoren**. Nur mit Hilfe der Evaluierung wird auch nach geraumer Zeit die Aussagekraft der Indikatoren sichergestellt bzw. lässt sich feststellen, ob ein Indikator ausgetauscht werden kann, weil die gewünschte Entwicklung nahezu abgeschlossen ist.

[55] Auch in diesem Fall kann nur von einer idealisierten Vorstellung gesprochen werden, da die Auswahl der Beteiligten fast immer willkürlich ist und im Zuge von fließenden Prozessen, wie z. B. beim Multi-Stakeholderdialogue der Vereinten Nationen zur Vorbereitung der Weltkonferenz Rio+10 in Johannesburg häufig nur eine geringe Kontinuität ermöglicht.

4.2 Indikatoren in der aktuellen Diskussion

Auf eine beteiligungsbasierte Indikatorenfindung als quantitative Bewertungsgrundlage der Zukunftsfähigkeit von Siedlungsvorhaben musste in dieser Arbeit verzichtet werden, da der Planungsprozess zu Beginn der Arbeit bereits nahezu abgeschlossen war und eine Einflussnahme nicht mehr möglich gewesen wäre. Somit sind die nachfolgenden Ergebnisse als Vorarbeiten zu verstehen, die auf der lokalen Ebene aufgegriffen, erweitert und dann umgesetzt werden können. Um dennoch eine möglichst breite Fundierung des Indikatorensatzes zu gewährleisten, sollen sich die zu wählenden Indikatoren an der aktuellen Indikatorendiskussion orientieren. Zu diesem Zweck beinhaltet Tabelle 5 eine komprimierte Darstellung zu den Bemühungen der relevantesten Akteure (Wer?) auf unterschiedlichen Ebenen (Wo?).

Die in Tabelle 5 vorgenommene Unterteilung stellt den Bezugsrahmen der Institutionen dar, beinhaltet aber keine Aussagen über den Bezugsrahmen der Indikatoren. Als Beispiel seien hier die Aktivitäten des World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) genannt, einem weltweiten Zusammenschluss wirtschaftsleitender Großunternehmen, die sich der Erreichung und Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung widmen. Unter anderem entwickelt der WBCSD auf internationaler Ebene Indikatoren, die etwas über die Zukunftsfähigkeit der Einzelunternehmen an den jeweiligen Standorten aussagen sollen. Der Bezugsrahmen der dort definierten Indikatoren ist somit lokal, sprich standortbezogen. Einige der dort festgelegten Indikatoren können als so genannte Leitindikatoren aber auch in einem regionalen, nationalen oder gar internationalen Bezugsrahmen zu einem Branchenvergleich herangezogen werden (Verfaillie und Bidwell 2000). Diese Fähigkeit zur Aggregation und Übertragbarkeit ist ein grundlegender Baustein für die Ermittlung von Leitwerten und somit scheint eine Abgrenzung hinsichtlich des Bezugsrahmens der Indikatoren nicht sehr aussagekräftig. Die nachfolgend recht verkürzte Liste vermittelt bereits einen guten Eindruck über die Breite der Aktivitäten und Diskussionsforen, die sich mit der Indikatorenthematik befassen.

Tabelle 5: Bemühungen zur Entwicklung und Bemessung von Nachhaltigkeitsindikatoren auf unterschiedlichen Ebenen

Wer? / Wo?	Institutionelle Einrichtungen	Wirtschaftsverbände und Unternehmen	Wissenschaft und Nicht-Regierungs-Organisationen (NRO)
International	(United Nations - UN 1992), (Hille 1998), (OECD 1997), (OECD 1998), (Eurostat 1997), (FAO 1996), (EEA 1999)	(Keffer et al. 1999), (CEFIC 1998)	(WWF 1994), (Manfred Born 1997b), (Spangenberg 1995)
National	(Environment 1996), (BMU 1998), (Umweltbundesamt 1997), (Enquete-Kommission 1998), (BBR und IFOK 1999), (BBR 1999a) (Bundesministerium für Raumordnung 1997), (Spangenberg et al. 1999)	(IFOK 1997), (BASF 1997), (Future 1999)	(Henseling et al. 1999), (BUND und Misereor 1995), (FUE 1997), (Manfred Born 1997b)
Regional/ Lokal	(MASSKS 1999)	(Ewen et al. 1997)	(H. Diefenbacher et al. 1997), (Oldenburg 1998), (Hans Diefenbacher et al. 2000), (Biehler 1999)

In den nachfolgenden Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 sollen exemplarisch zwei Initiativen eingehender vorgestellt werden, die für die Indikatorenthematik historisch bedeutsam waren bzw. gegenwärtig in der nationalen Debatte wegweisend sind.

4.2.1 Sustainable Seattle

Eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren spielt die Stadt Seattle in dem Bundesstaat Washington in den Vereinigten Staaten von Amerika. Hier wurde bereits vor dem Klimagipfel in Rio de Janeiro 1992 ein Dialog um die Zukunft der Kommune begonnen. Im Jahre 1990 trafen sich rund 100 Menschen aus allen Gesellschaftsbereichen, die eine Organisation „Sustainable Seattle" gründeten. Im Anschluss an den ersten Workshop, auf dem Leitbilder für Seattle und eine Definition von Nachhaltigkeit entwickelt wurden, einigte man sich darauf, ein Indikatorensystem zu erstellen, um die Fortschritte der Kommune messbar zu machen. Im November 1993 wurden dann 20 Indikatoren „Indicators of a Sustainable Community" veröffentlicht (Seattle 1993). Dieser Indikatorensatz wurde 1995 und 1998 erweitert und umfasst mittlerweile die fünf Themengebiete Umwelt, Bevölkerung und Ressourcen, Wirtschaft, Jugend und Bildung, Gesundheit und Kommune. Die Messungen der letzten Jahre lassen aber auch bei diesem partizipatorischen Ansatz in vielen Bereichen Trends zur „Nicht-Nachhaltigkeit" ablesen.

4.2.2 Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21

Einen der am weitgehendsten deutschen Ansätze, auch auf Grund seiner großen Praxisnähe, stellt das gemeinsame Forschungsvorhaben des baden-württembergischen Ministeriums für Umwelt und Verkehr (UVM), des bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (STMLU), des hessischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (HMULF) und des thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU) dar. Im Auftrag dieser Institutionen erarbeitete die Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft (FEST) ein Indikatorensystem, um u. a. Themenfelder einer nachhaltigen Entwicklung in der Gemeinde, der Stadt oder dem Landkreis zu identifizieren und damit das kommunale Leitbild zu konkretisieren (Diefenbacher et al. 2000).

Auf Basis verschiedener bereits vorliegender nationaler und internationaler Indikatorensysteme regionaler Nachhaltigkeit wurde ein Indikatorensatz von 32 Einzelindikatoren vorgeschlagen und mit unterschiedlichen Akteuren besprochen. Auf Grund dieser Fachgespräche und schriftlicher Rückmeldungen aus den beteiligten Kommunen wurde der Indikatorensatz auf 24 Kernindikatoren verringert, die in die vier Bereiche Ökologie, Ökonomie, Gesellschaft/Soziales und Partizipation unterteilt sind. Dieses Indikatorensystem wurde dann in Kommunen unterschiedlicher Größe getestet, um verlässliche Aussagen über die Praxistauglichkeit des Systems zu erlangen.
Als erstes Ergebnis dieser Untersuchungen kann festgehalten werden, dass „die Interpretation der Indikatoren für jede Kommune gesondert erfolgen muss und nicht ohne Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten vorgenommen werden kann" (Diefenbacher et al. 2000, 13). Darüber hinaus wurden methodische Schwierigkeiten identifiziert, wie z. B., „dass sich unter den Kern-Indikatoren kein eigenständiger Indikator zur Artenvielfalt findet" (Diefenbacher et al. 2000, 13), da hier bisher kein wissenschaftlicher Konsens zu Aussagekraft und Vergleichbarkeit erzielt werden konnte. Ferner erwies sich auch die Erhebung ‚objektiver' Indikatoren etwa zur Lärmbelästigung oder der so genannten ‚weichen' Indikatoren als problematisch, „mit denen Werterhaltung, Einstellungen und subjektive Befindlichkeiten der Wohnbevölkerung – etwa hinsichtlich der wahrgenommenen oder selbst erlebten Lebensqualität – nachgezeichnet werden können" (Diefenbacher et al. 2000, 14). Der Bericht weiß aber auch von positiven Erfahrungen zu berichten, z. B. hinsichtlich der oft

benutzerfreundlichen, internetgestützten Datenaufbereitung zur Anwendung der Indikatoren von Seiten der Statistischen Landesämter.

4.3 Überblick über die gegenwärtig relevantesten Analysemethoden im Bereich Bauen und Wohnen

Indikatoren, wie sie in den vorangegangenen Abschnitten zur Bewertung des Standes hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung auf kommunaler Ebene dargestellt wurden, werden auch im Bereich Bauen und Wohnen zunehmend verwendet. Ihre Einsatzgebiete sind dabei sehr vielfältig und reichen von der Ausweisung energetischer Gebäudekennwerte, wie z. B. dem Heizwärmebedarf pro Quadratmeter und Jahr, über die Beurteilung zumeist ökologischer und ökonomischer Auswirkungen von Bauprodukten und/oder Gebäuden bis hin zur Bewertung stadtplanerischer Entwürfe und Umsetzungen. Auf Grund der Menge sowie der Komplexität der heranzuziehenden Daten und Variablen haben sich im Laufe des letzten Jahrzehnts verstärkt EDV-gestützte Analyseinstrumente auf dem Markt etablieren können. Die Bewertung von (Bau-)Produkten, Gebäuden etc. mit Hilfe dieser Instrumente basiert ebenfallsauf einer Reihe von Indikatoren, die in ihrer Auswahl, Gewichtung und Datenbasis und damit auch in ihrer Aussagekraft sehr unterschiedlich sein können. Die Abschnitte 4.3.5 bis 4.3.10 geben einen Überblick über die gängigen Analyseinstrumente und –verfahren wobei das Bilanzierungsziel von der Siedlungsbewertung über die Beurteilung von Einzelbaumaßnahmen und die Produktbeurteilung bis hin zur Stoffbetrachtung immer kleinteiliger wird, was nicht implizit mit einer zunehmenden Exaktheit einhergehen muss. Vorab sollen jedoch die Grundlagen solcher Analyse- und Bewertungsverfahren sowie der Stand der Entwicklung dargestellt werden.

4.3.1 Methodik der Lebenszyklusanalyse von Gebäuden

Etablierte Umweltanalysemethoden beschränken sich oft auf die Bewertung von (Bau-)Produkten mit Hilfe von Checklisten, Positiv- oder Negativlisten oder Inhaltsdeklarationen. Die Bewertungsgrundlagen für die Ergebnisse dieser Verfahren werden jedoch nicht oder nur teilweise offengelegt. Dadurch können die Ergebnisse vom Konsumenten mangels Transparenz nicht nachvollzogen werden. Auch die Beurteilung ganzer Bauteile, wie z. B. die schweizerische SIA Dokumentation Nr. D 0123 (SIA 1995) für Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten, können vom Anwender nur in unzureichendem Maße nachvollzogen werden.

Darüber hinaus bleibt den vorgenannten Methoden eines gemeinsam: Die Möglichkeit der ökologischen Optimierung des Gebäudes setzt erst sehr spät in der Planungsphase mit der Auswahl ‚ökologischer' Baustoffe ein. Die Chance zur ökologischen Optimierung des Gesamtsystems über den gesamten Lebenszyklus hinweg unter der Vorgabe bestimmter Ziele wird damit vertan.

Im folgenden Abschnitt soll es in erster Linie nicht darum gehen, nur den Stand der Forschung wiederzugeben. Dafür sei auf Niklaus Kohler verwiesen, der die Grundlagen und grundsätzlichen Zusammenhänge detailliert dargestellt hat (Kohler 1998). Es sind vielmehr die aktuellen Entwicklungen auf dem Markt des ökologischen Bauens und die Bedeutung des Standes der Forschung für die Praxis, die hier näher erläutert werden sollen.

4.3.2 Stand der Forschung und Entwicklung

Die Situation auf dem Markt für das Ökologische Bauen ist paradox. Es gibt in ganz Deutschland zum jetzigen Zeitpunkt noch kein einziges Computerprogramm auf dem Markt, was eine Lebenszyklusanalyse von kompletten Gebäuden durchführen kann. Die Programmprototypen, die es zur Zeit gibt, befinden sich noch im Alpha- oder Beta-Stadium.

Dieser Umstand steht im krassen Gegensatz zum Gesamtmarkt für ökologisches Bauen, der jedes Jahr zweistellige Zuwachsraten verzeichnen kann. Kohler legt die Gründe für diese Missstände am Beispiel des Energiesparens dar (Kohler 1998, 5). Trotz der offensichtlichen Ironie steckt in seinen Aussagen sicher ein großes Stück Wahrheit:

„Die schon erwähnten Schwierigkeiten der Integration des Energiesparens in Planung, Bau, Erneuerung und Nutzung von Gebäuden, liegen z.T. in der Tatsache begründet, dass diese Anforderungen entweder gar nicht, zu spät oder nicht in einer an die üblichen Bauprozesse angepassten Form gestellt wurden. Sie werden deshalb als (lästige) Mehrleistungen empfunden und als Domäne von ‚Spezialisten' betrachtet. Erfreute sich auch die demonstrative Verwendung von architektonischen Ökoattributen (Grasdach etc.) sowie Solarattributen (Wintergärten, Glasdächer, Photovoltaikzellen etc.), letztere vor allem in der ‚High-Tech-Szene', einer gewissen Beliebtheit, so bleibt die Vorgabe von klaren Zielwerten für den Energieverbrauch eine Seltenheit. Noch seltener ist die Überprüfung dieser Zielvorgaben während des Gebäudebetriebes und die Kenntnis um den wirklichen gemessenen Energieverbrauch eines Gebäudes ist nach wie vor eine Kuriosität. Die Berechnung von sog. Mehrkosten für energetisch gute Bauten besteht in dem absurden Verfahren, zuerst ein Gebäude (energetisch) schlecht zu planen, dann auszurechnen wie viel es kosten würde, dieses Gebäude zu verbessern und zum Schluss nachzuweisen, dass sich diese Verbesserung durch niedrigere Nutzungskosten ‚rechnet'. Es ist offensichtlich, dass Energieverbrauchszielwerte als Randbedingung ebenso wie Kostenzielwerte (und in Zukunft Umweltbelastungszielwerte) von Anfang an in die Planung einfließen müssen und dass es zu den Planungsleistungen gehört, nach dem ersten Nutzungsjahr des Gebäudes sicherzustellen, dass diese Werte erreicht wurden (benchmarking)".

Der grundsätzliche Aufbau nach DIN/ISO 14040 ff. einer Ökobilanzmethodik gliedert sich im allgemeinen wie folgt:

- Festlegen des Bilanzierungsziels (Goal and Scope Definition)

  In der Zieldefinition wird der eigentliche Zweck der Analyse festgelegt. Für das zu untersuchende System oder Produkt, hier ein Gebäude, wird ein Bilanzrahmen in zeitlicher, geographischer und struktureller Hinsicht ermittelt. Bei der geographischen Abgrenzung werden vor- und nachgelagerte Prozessketten ohne Rücksicht auf geographische oder politische Grenzen zurückverfolgt. Wenn z.B. ein Baustoff bestimmte Ressourcen aus anderen europäischen Ländern benötigt und diese zur Herstellung erst mehrere 100 km transportiert werden müssen, so ist dieser Aufwand in der Ökobilanz zu berücksichtigen. Für die Gegenüberstellung gleichwertiger Systeme (Gebäude) muss eine funktionale Einheit (oder mehrere) festgelegt werden.

- Sachbilanz (Life Cycle Inventory)

  Das Ökoinventar ist eine Datenbank von allen möglichen Baustoffen, Bauprozessen und Energiebereitstellungsprozessen, in der möglichst alle Umweltbelastungen in physikalischen Einheiten erfasst sind. Das Ökoinventar sollte so umfangreich wie möglich gestaltet sein. Es finden auch keine Beschränkungen auf bestimmte Kriterien (Wirkungskategorien) statt. Für die Erfassung des Ökoinventars sind einheitliche Systemgrenzen festzulegen, die bei der Sachbilanz jedes einzelnen Baustoffes oder Prozesses eingehalten werden müssen. Nur so kann die Konsistenz der gesamten Datenbank gewährleistet werden. Als Verfahren wird dabei entweder eine Input-Output-Analyse oder eine Prozesskettenanalyse eingesetzt.

- Wirkungsbilanz (Zuordnung von Umwelteinwirkungen zu Flüssen)

  Die in (Heijungs et al. 1992b) vorgeschlagene wirkungsorientierte Einordnung der Umweltauswirkungen zu so genannten Wirkungskategorien hat sich weitgehend durchgesetzt.

  Die im Inventar erhobenen Stoff- und Energieflüsse werden dabei in verschiedenen Phasen aggregiert:

  1. Definieren der zu betrachtenden Wirkungskategorien (z.B. treibhauswirksame Emittenten, nichterneuerbare, energetische Ressourcen, etc.)
  2. Klassifizieren der Daten auf der Basis ihrer Wirkung(en) und Definieren einer Bezugs- oder Maßgröße
  3. Aggregation der Daten auf der Basis der Bezugsgrößen in den einzelnen Wirkungskategorien. (Charakterisierungsfaktoren)
  4. Bewerten, d.h. die einzelnen Wirkungskategorien gegenseitig gewichten. Dabei handelt es sich um einen subjektiven Prozess, der nicht oder nur sehr beschränkt auf Grund objektiven Wissens durchgeführt werden kann. (Bewertungsfaktoren)

- Bilanzbewertung (Life Cycle Impact Assessment)

  Bei der Bewertung einer Ökobilanz entstehen aus dem Umstand der Datenflut diverse Probleme. Angesichts der zahlreichen Umwelteinwirkungen haben viele Anwender das Bedürfnis nach einer Aggregation der Datenmenge, entweder durch eine Beschränkung oder durch Zusammenfassung und Gewichtung der Emissionen.

Beim Ökoinventar für Bauleistungen entsteht häufig das Problem, dass innerhalb eines Prozesses mehrere Produkte entstehen. Angesichts einer Gesamtumweltbelastung des Prozesses ist nun zu ermitteln, welche Teile der Umweltbelastung den jeweiligen Produkten zugeordnet werden können (Allokationsproblem). Zur Lösung dieses Problems können zwei Wege beschritten werden. Zunächst einmal kann man die Systemgrenzen erweitern. Durch den Ansatz der Systemerweiterung wird das eine System derart erweitert, dass der Systemoutput beider oder mehrer Varianten die gleichen funktionellen Einheiten abdeckt. Dies kann einerseits durch Addition der Aufwendungen und Emissionen der Prozesse erfolgen. Wenn nur ein Produkt Gegenstand des Vergleichs ist, können demgegenüber die Aufwendungen und Emissionen des zusätzlichen Prozesses subtrahiert werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit der Allokation. Beim Vorgehen der Allokation werden Zuteilschlüssel definiert, mit Hilfe derer die Aufwendungen und Emissionen den verschiedenen Koppelprodukten zugewiesen werden.

4.3.3 Kriterien

Der Versuch, alle möglichen Umweltauswirkungen einer Baumaßnahme in den verschiedensten Wirkungskategorien über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu erfassen, ist mit einer immensen Datenflut verbunden. Darum müssen bestimmte Kriterien erfüllt sein, um brauchbare Ergebnisse in der Lebenszyklusanalyse liefern zu können.
Zunächst einmal muss die Datengrundlage konsistent sein, d.h. das gesamte Ökoinventar der Baustoffe und Prozesse muss mit ein und derselben Methode und mit den gleichen Systemgrenzen aufgestellt werden.

Ein weiteres Kriterium ist die Transparenz der zu Grunde liegenden Annahmen, Eingabedaten und Quellen. Aus der Fülle der Daten ergibt sich zwangsweise eine kaum noch zu überschauende Anzahl von Annahmen. Leider folgt auch aus dieser Tatsache, dass viele Ökobilanzen nicht vergleichbar sind, weil sie nicht mit den gleichen Annahmen angefertigt wurden. Zum Beispiel

variieren oder fehlen häufig die Angaben zu den Bauteil- oder Gebäudelebensdauern, die zu Grunde gelegten Recyclingquoten, die Erfassung von Transporten etc.
Darüber hinaus verändert sich natürlich das Ergebnis der Ökobilanz erheblich, wenn unterschiedliche Systemgrenzen angenommen wurden. So sind z. B. häufig die Umweltauswirkungen nicht enthalten, die aus der Entsorgung der Baumaterialien resultieren. Es wird oft nur die Menge der Stoffe ausgewiesen, die später verschiedenen Deponien zugeführt werden müssen. Folglich lässt die Datengrundlage auch nur indirekte Aussagen über spätere Entsorgungsprobleme und deren Umweltbelastungen zu.

Ein letztes Kriterium ist die Gesamtheitlichkeit. Innerhalb der gewählten Systemgrenzen müssen alle vor- und nachgelagerten Prozesse mit einbezogen werden. Außerdem müssen möglichst alle Umweltauswirkungen in den verschiedensten Wirkungsklassen erfasst werden.

4.3.4 Stärken und Schwächen von Ökobilanzen

Die Grundlagenforschung für Ökobilanzen von Gebäuden kann man als weitgehend abgeschlossen betrachten. Probleme ergeben sich vor allen Dingen aus der Tatsache, dass es noch keinen einheitlichen Standard für Ökobilanzen im Bauwesen gibt und in absehbarer Zeit auch nicht geben wird. Die vorhandenen Normen (ISO 14040 ff.) legen zwar gewisse Grundstandards fest, sie sind aber sehr allgemein gehalten, damit sie möglichst auf alle Produkte angewendet werden können.

Die zentralen Bemühungen in der Forschung betreffen zur Zeit Bewertungsprobleme. Es ergeben sich aus der Vielfältigkeit der Umweltauswirkungen durch das Bauen zahlreiche Wirkungskategorien. In einigen Veröffentlichungen wird dafür plädiert, die einzelnen Wirkungskategorien nicht weiter zu einer einzigen Bewertungsgröße, einer so genannten Vollaggregation, wie z. B. UBP 97, Eco-Indikator 95 und Eco-Indikator 99, zusammenzufassen (Kohler et al. 1994, 4). Das zentrale Problem der Vollaggregation ist die Bewertung der einzelnen Wirkungsklassen untereinander. Würde man die drei vorgenannten Vollaggregationen für ein und dasselbe Gebäude einsetzen, käme man sehr wahrscheinlich auf Grund der unterschiedlichen Bewertungen der Wirkungskategorien untereinander zu drei unterschiedlichen Ergebnissen.

Auf Grund dieser Tatsache wird deutlich, dass es bei Ökobilanzen kein einheitlich anerkanntes und eindeutiges Ergebnis im Sinne einer einzigen Zahl gibt und auch nicht geben kann. Folglich muss man sich darauf beschränken, die Ergebnisse in ihrer Qualität und Aussagefähigkeit zu interpretieren. Dazu kommt, dass die Ergebnisse zum Teil noch mit erheblichen Unsicherheitsfaktoren behaftet sind, die sich auch in den nächsten Jahren kaum verringern werden. Im Gegensatz dazu suggerieren viele Programme eine Genauigkeit, die es in dieser Form nie geben wird. Einflussfaktoren, die z. T. zu erheblichen Unsicherheiten führen, sind unter anderem:

- Das Ökoinventar der Baustoffe und Prozesse ist noch lange nicht als vollständig zu bezeichnen. Gerade wenn aus einzelnen Baumaterialien weitere Produkte hergestellt werden, kann der Aufwand hierfür oftmals nur abgeschätzt werden. Außerdem ist aus dem Ökoinventar oftmals nicht zu entnehmen, welche Annahmen bei der Sachbilanz einzelner Stoffe getroffen wurden. Somit kann nicht mit letzter Sicherheit geklärt werden, ob ein bestimmtes Material im Ökoinventar auch tatsächlich auf das jeweilige Projekt zutrifft.
- Voraussichtliche Lebensdauern müssen abgeschätzt werden. Vor allem bei neuartigen Produkten ist dies oftmals nur durch eine pauschale Abschätzung möglich.
- Eine Ökobilanz ist ortsabhängig. Die gesamten Annahmen für den Transport der Baustoffe sind ‚falsch', weil sie nur durch pauschale Abschätzungen einigermaßen angenähert werden können.

- Aus der Methode selber ergeben sich auch Unsicherheiten: Die Berechnung von U-Werten wird linear angenommen, obwohl alle Vorgänge in der Natur instationär sind. Die Gewichtung anderer Elemente zum Referenzstoff einer Wirkungsklasse muss oft durch Annahmen getroffen werden. Dahinter steckt z. B. die Frage, welchen Einfluss andere Gase im Verhältnis zum CO_2 auf den Treibhauseffekt haben. Bei einigen Wirkungsklassen ist die wissenschaftliche Diskussion diesbezüglich noch nicht beendet. Insbesondere die Wirkungsklassen der Ökotoxizität und Humantoxizität sind von dieser Diskussion betroffen, da die Wirkung der berücksichtigten Substanzen sehr stark von der Exposition abhängt.
- In der Praxis kann es sein, dass vorher geplante Umwelt- oder Energievorgaben auf Grund eines verschwenderischen Nutzerverhaltens um ein Vielfaches „übertroffen" werden.
- Es bleibt die Frage offen, ob man tatsächlich alle negativen Umweltauswirkungen in der Ökobilanz erfasst hat. Man denke nur an die Diskussion um Asbest, von dem man zunächst nicht wusste, welche humantoxikologische Wirkung der Stoff hat. Es kann sich jederzeit bei weiteren zunächst als unbedenklich eingestuften Baustoffen herausstellen, dass diese negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt besitzen.

Bezogen auf den Baubereich bietet die Ökobilanz als Werkzeug dennoch eine gute Möglichkeit, völlig verschiedene Konzepte im Hinblick auf Ökonomie und Ökologie miteinander zu vergleichen, solange sie nur die gleiche funktionelle Einheit besitzen. Sogar die Nichtbau-Lösung als eine mögliche Variante kann nun bewertet und in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Gleichzeitig ist der mit der Ökobilanz verbundene Lebenszyklusgedanke eine große Stärke. Er beurteilt Güter und Prozesse mit allen vor- und nachgelagerten Prozessen und weist somit einen sehr umfassenden Ansatz auf. Dadurch birgt die Ökobilanz aber die Schwierigkeit in sich, dass z. B. über die weit in der Zukunft liegende Entsorgung bereits zu einem Zeitpunkt Aussagen gemacht werden müssen, zu dem das Gebäude noch gar nicht gebaut worden ist. Diese Aussagen beruhen immer auf Szenarien und Annahmen.

Aus der detaillierten Analyse, die zu den oben genannten Stärken führt, ergeben sich jedoch auch einige Nachteile. Gerade die enorme Datenflut macht eine genaue Kontrolle aller Annahmen und das Zustandekommen des Ökoinventars unmöglich, so dass oft mit nicht einmal bekannten Annahmen im Bereich des Ökoinventars gerechnet wird. Dadurch vermindert sich die Qualität des verwendeten Ökoinventars oft erheblich, da bestehende Unsicherheiten auf Grund von fehlendem Wissen über die Qualität der Datensätze nicht ausgeräumt werden können. Darüber hinaus wirkt sich die enorme Produktvielfalt erschwerend auf die Chancen aus, auf aktuelle und zutreffende Ökoinventare zurückgreifen zu können. Letztlich führt dies oft dazu, dass die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse nur in unzureichendem Maße gegeben ist.

Ein weiteres Problem ist die Gefahr, sich von den Ergebnissen, die auf beliebige Nachkommastellen genau angegeben werden können, zu einer übertriebenen Genauigkeit oder Zahlengläubigkeit hinreißen zu lassen. Nur zu gern werden die hinter den Zahlen steckenden Ungenauigkeiten gerade im Ökoinventar und durch den großen Einfluss bestimmter Systemannahmen vergessen. Daraus lässt sich ableiten, dass in einer Ökobilanz nur in sich kohärente Vergleiche oder Produktoptimierungen vorgenommen werden und keine absoluten Zahlen produziert werden sollten.

Letztendlich bleibt das Problem von Ökobilanzen, dass sie die Inventardaten in den verschiedenen Vollaggregationen unterschiedlich bewerten. Zum Verständnis und zur Interpretation der Ergebnisse dieser Vollaggregationen ist somit die Kenntnis der Konzepte erforderlich, die hinter den unterschiedlichen Vollaggregationen stecken. Schließlich sind früher

einzelnen Faktoren zumeist nicht willkürlich gewählt, sondern folgen den gesellschaftlichen und naturwissenschaftlichen Wertvorstellungen des vorgegebenen Konzeptes.

Aus der Erkenntnis, dass die Ergebnisse von Ökobilanzen immer noch mit großen Unschärfen behaftet sind, entsteht die Frage nach dem Nutzen und den Vorteilen, die Ökobilanzen für das Bauen der Zukunft bringen. Hier gilt das zentrale Motto, das sich zur Zeit in fast allen Bereichen des Baumanagements durchsetzt:

„Wer nicht weiß, wo er steht, der kann auch nicht wissen, wo er hingehen will!“

Mit dem Vorbehalt der o. g. Probleme benötigen Entscheidungsträger dennoch eine Entscheidungsgrundlage, die die Vielfalt der Entscheidungsumstände möglichst realitätsnah integriert. Dabei aufkommende Unsicherheiten sind möglichst mit zu berücksichtigen und auszuweisen. Wenn man sich dieser Rahmenbedingungen und Einschränkungen bewusst ist, dann können mit Hilfe des Werkzeuges Ökobilanz heute Fragen beantwortet werden, die zuvor noch nicht einmal gestellt wurden. Umfangreiche Varianten, wie z. B. Neubau-, Umbau- oder sogar Nichtbau-Optionen können nun miteinander verglichen werden. Zahlreiche wirtschaftliche und gerade auch politische Entscheidungen können durch den Einsatz von Ökobilanzen vorbereitet und mitentschieden werden. Es bleiben aber die o. g. Ungewissheiten und deswegen sind auch diese Ergebnisse als vorläufig und eingeschränkt sicher zu beurteilen. Nachfolgend seien nur einige wenige Fragestellungen als Beispiele genannt, die die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Ökobilanzen verdeutlichen:

- Sind Einweg- oder Mehrwegsysteme für bestimmte Produkte ökologisch günstiger?
- Ist es ökologisch und ökonomisch günstiger ein neues Krankenhaus zu bauen, ein vorhandenes zu erweitern oder statt dessen die häusliche Krankenpflege zu verstärken und damit einen Neubau zu vermeiden?
- Ist der Ausbau des Schienennetzes im Personennahverkehr ökologischer als der verstärkte Einsatz von Linienbussen oder der Aufbau eines Car-sharing-Systems?
- Ist eine dezentrale Abwasserbehandlung ökologisch günstiger als ein zentrales System?
- Ist es günstiger zur Klärung von Problemen im kommunalen Städtebau ganze Gebäudebestände abzureißen und neue „ökologische“ Gebäude an der gleichen Stelle zu errichten anstatt bestehende alte Gebäudebestände weiterzunutzen?

Aus diesen Fragestellungen wird deutlich, dass man mit Hilfe von Ökobilanzen, obwohl es sicher noch zahlreiche Ungewissheiten in den Ergebnissen gibt, ein Stück ‚Wahrheit’ ermitteln kann. Dieses Stück ‚Wahrheit’ kann man vielfältig einsetzen: Zunächst einmal ergibt sich aus den Ergebnissen von ökologischen Optimierungen ein plausibles Durchsetzungsargument gegenüber sämtlichen politischen Instanzen im Rahmen von Projektentwicklungen. Schließlich sind ökologische Grundsätze und die damit verbundenen Effizienzsteigerungen und Ressourceneinsparungen erklärtes Ziel von Politik und Wirtschaft. Mit Hilfe von Ökobilanzen lassen sich hierfür Lösungskonzepte entwickeln.

Außerdem lassen sich aus den Ergebnissen von Ökobilanzen zahlreiche Vorgaben für andere Bereiche im Baumanagement entwickeln. Gerade die Bereiche des Integralen Facility-Managements und der Projektentwicklungen erhalten nun Möglichkeiten zur ökologischen und ökonomischen Optimierung von Bauaufgaben, die vorher in dieser Form nicht möglich waren.

Unternehmen können die Ergebnisse dazu einsetzen, das Unternehmen umzustrukturieren und die Produktpalette auf die gewonnenen Erkenntnisse abzustimmen. Dies gilt sowohl für die Ergebnisse aus Betriebs- wie auch aus Gebäude-Ökobilanzen. Es besteht die Chance sich einen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, indem man ein Produkt verkaufen kann, was unter

objektiven und wissenschaftlich anerkannten Kriterien ‚besser' ist als das von Mitbewerbern. Als ein Beispiel sei hier die Ökoeffizienzanalyse der BASF AG angeführt.[56]

Nach zwei Beispielen zur Verwendung von Indikatoren auf kommunaler Ebene in den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 veranschaulichen die nachfolgend dargestellten Initiativen und Methoden den Indikatoreneinsatz auf einer produktbezogeneren Ebene. Als erste Initiative wird die „Green Building Challenge (GBC)"[57] vorgestellt.

4.3.5 Green Building Challenge

Vor dem Hintergrund der großen Relevanz des Sektors Bauen und Wohnen (vgl. Kapitel 1.2) starteten in diversen Ländern Initiativen mit dem Ziel, durch eine „grüne Architektur" die Umweltbeeinträchtigung durch diesen Bereich deutlich zu reduzieren. Eine der bis jetzt am weitesten vorangeschrittenen Vorhaben ist die in Kanada ins Leben gerufene GBC-Initiative. Nils Larsson, Leiter der Gebäudegruppe im kanadischen Umweltbundesamt „National Resources Canada" und Raymond Cole, Architekturprofessor an der Universität von British Columbia, initiierten im Jahre 1996 ein Komitee aus internationalen Bauindustrieexperten mit dem Ziel, Bemühungen zur Reduzierung des Treibhauseffektes zu konsolidieren und gleichzeitig die Marktnachfrage für „grüne Gebäude" zu erhöhen. Vierzehn Länder kamen der Einladung nach (u. a. die USA, Großbritannien, Frankreich, Deutschland, Japan, Holland, Schweden) und wurden Gründungsmitglieder des „International Framework Committee (IFC)".

Dieses Komitee beauftragte den kanadischen Architekten Woytek Kujawski, mit der Entwicklung der Software „Green Building Assessment Tool (GBTool)", die zur Bewertung und Evaluierung der Energie- und Umweltperformance von drei Gebäudetypen verwendet werden soll: Schulen, Mehrfamilienhäuser und kleine Bürogebäude. Die IFC-Mitgliedsstaaten unternahmen in den folgenden zwei Jahren Fallstudien zur Überprüfung der Praktikabilität des Programms und stellten die Ergebnisse 1998 in Vancouver vor. Als primäres Ergebnis der 34 Fallstudien lässt sich die Frustration der Referenten über den immensen Zeitbedarf festhalten. Über 4.000 Daten mussten pro Untersuchungsobjekt eingegeben werden und strapazierten die Teilnehmer über Gebühr. Mittlerweile wurde die Software auf unter 1.900 Eingabeparameter reduziert und mit anderen Softwareprogrammen kompatibel gestaltet, so dass sich der Zeitaufwand nun in Grenzen hält. Als problematisch erweist sich aber immer noch die Datenverfügbarkeit und deren Objektivität. Für die GBC-Konferenz 2002 in Oslo soll an der Benutzerfreundlichkeit weiter gearbeitet werden und ein Planungshandbuch erstellt werden, welches typische Gebäudespezifikationen enthält, die ohne zusätzlichen Datenerhebungsaufwand für die Bewertung herangezogen werden können.

Auf Grund des gemeinsamen internationalen Engagements (Landesministerien, OECD etc.) scheint die GBC-Initiative einen erfolgversprechenden Ansatz zur ökologischen Gebäudebewertung darzustellen. Die Bewertungen werden dabei in unterschiedlichen Kategorien, wie z. B. ‚eingesetzte Energieträger', vorgenommen, die anschließend summiert und auf einer Leiste von –2 bis +5 ausgewiesen werden, wobei die 0 den regionalen Referenzwert unter Berücksichtigung geltender Gesetze und Normen widerspiegelt.

4.3.6 Global Ecovillage Network

Eine international ausgerichtete Initiative, die über eine rein ökologische Bilanzierung hinausgeht, stellt das Global Ecovillage Network (GEN) dar. Im Anschluss an eine Ecovillage Konferenz in Findhorn im Jahr 1995 startete das GEN mit den Überlegungen zu einem

[56] Vgl. http://www.basf.de/de/umwelt/oekoeffizienz/konferenz0202/

[57] http://www.greenbuilding.ca

Bewertungsverfahren zur Nachhaltigkeitsmessung von ‚Gemeinschaften'. Darunter werden nicht nur die so genannten Ökodörfer verstanden, sondern auch ‚normale' Gemeinden, Städte etc. Diese sollen mit Hilfe der Checkliste CAS (Communit Sustainability Assessment)[58] untersuchen können, inwieweit ihr gegenwärtiger Status ökologischen, sozialen und spirituellen Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung entspricht. Dieses Werkzeug begreift sich als Lerninstrument, welches sowohl Einzelne als auch Gemeinden zu gemeinschaftlichem Handeln anzuregen versucht.

Die Checkliste umfasst drei Bereiche: die „Ecological Checklist", die „Social Checklist" und die „Spiritual Checklist". Jede dieser Checklisten beinhaltet sieben Unterpunkte, die wiederum zwischen 8-12 Unterpunkte aufweisen. Diese Unterpunkte haben verschiedene Antwortmöglichkeiten, die mit positiven und/oder negativen Punkten versehen werden. Für jeden Unterpunkt erfolgt dann einen Summenbildung, die in drei Unterteilungen bewertet wird:

- 0 bis 24 Punkte signalisieren dringenden Handlungsbedarf,
- 25 bis 49 Punkten besagen, dass eine gute Nachhaltigkeitsbasis vorhanden ist,
- 50 Punkte und mehr bescheinigen einen exzellenten Beitrag für einen nachhaltige Entwicklung.

Auf Basis der einzelnen Benotungen der Unterpunkte kann für jeden Bereich eine Gesamtpunktzahl ermittelt werden. Diese Gesamtwerte werden zu einem „Overall CSA Score" aufaddiert, der dann in die o. g. dreigliedrige Bewertung mündet.

Die Initiatoren weisen selber darauf hin, dass die CSA eine subjektive Beurteilung darstellt. Folglich muss hinterfragt werden, welche Aussagekraft ein Vergleich der ‚Gemeinschaften' hat. Zudem werden Aspekte der Wirtschaftlichkeit nicht betrachtet, deshalb trifft die eigene Zuschreibung „nachhaltig" nicht zu.

Die Idee einer Bewertung unterschiedlicher ‚Gemeinschaften' auf Basis eines Indikatorensatzes im internationalen Vergleich klingt recht charmant und entspricht wohl auch dem Zeitgeist, da sich in letzter Zeit verstärkt Wettbewerbe größter Beliebtheit erfreuen, die zu so genannten ‚best practice-Beispielen' führen. Auch ein Wettbewerb der Kommunen wird vielfach diskutiert. Der objektive Gewinn für Mensch und Natur bleibt jedoch häufig fraglich. Allerdings soll an dieser Stelle auch gesagt werden, dass die Auseinandersetzung mit dieser Thematik gegebenenfalls auch einen positiven, bewusstseinsbildenden und auch lenkenden Effekt erzielen kann.

4.3.7 ExWoSt

Der Experimentelle Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt) hat sich zu einem wichtigen Forschungsprogramm des damaligen Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (heute: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen) entwickelt. Im Rahmen dieses Programms fördert der Bund Modellvorhaben, die sich an dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung orientieren, in Form von Fallstudien ausgewählter Planungs- und Baumaßnahmen. Die geförderten Projekte werden wissenschaftlich begleitet und unterstützt, um aus den in der Praxis gewonnenen Erfahrungen Hinweise bezüglich der Bewertung bzw. der Weiterentwicklung der städtebau- und wohnungsbaupolitischen Rahmensetzungen des Bundes ableiten zu können (BBR 1999a).

Vor dem Hintergrund dieser Zielsetzung wurden innerhalb der letzten 10 Jahre über 330 Modellvorhaben in 20 Forschungsfeldern gefördert und in Form einer Dokumentation „guter Beispiele" festgehalten.

[58] http://www.gaia.org/secretariats/international/projects/csrareviewgroup/

Ein wichtiges Ziel des ExWoSt-Forschungsfeldes „Städte der Zukunft“ ist es, quantitative und qualitative Maßstäbe zur Beurteilung von Maßnahmen nachhaltiger Stadtentwicklung im Praxistest zu erproben. Dazu haben sich vier ausgewählte Modellstädte (Münster, Heidelberg, Dessau und Güstrow) in einer „Qualitätsvereinbarung“ mit dem Bund zu einer prozessbegleitenden Erfolgskontrolle verpflichtet. Die Erfolgskontrolle erfolgt anhand von 21 Indikatoren, die beispielhaft Auskunft geben, welcher Fortschritt auf dem Weg in die Zukunft erreicht ist (BBR 1999b). Erste Ergebnisse dieser Messungen werden erst im Laufe der kommenden Jahre Einblick in die jeweiligen Trends eröffnen.

4.3.8 OGIP

OGIP (**O**ptimierung der **G**esamtanforderungen (Kosten/Energie/Umwelt) - ein Instrument für die **I**ntegrale **P**lanung)[59] ist ein Instrument, um die gesamte Umweltbelastung bei Erstellung, Nutzung und Abbruch von Bauwerken und Bauwerksteilen identifizieren, analysieren und prognostizieren zu können. Anfänglich wurde das Programm für den Einsatz in dieser Arbeit favorisiert. Das Ökoinventar von OGIP geht ebenso wie EcoPro auf Weibel und Stritz (1995) zurück und wurde ursprünglich für den schweizer Markt programmiert. Damit besitzt OGIP bezüglich des Ökoinventars die gleichen Vor- und Nachteile (vgl. Kap. 4.3.10). Weiterhin sprachen die Online-Hilfe und die Chance, ein gut programmiertes Programm nutzen zu können, für OGIP.

Den Einsatz in dieser Arbeit verhinderten schließlich aber einige strukturelle Nachteile des Programms, die hauptsächlich darauf zurückzuführen sind, dass es ganz stark an die Elementmethode des CRB angelehnt wurde:

- Es kann keine beliebige Anzahl von neuen Elementen erzeugt werden, weil im bestehenden Katalog nur bestimmte neue Plätze in begrenzter Anzahl frei sind. Daraus ergibt sich programmtechnisch auch die Gefahr, dass man durch die Verwendung/Erzeugung von unterschiedlichen neuen Positionen bestehende „alte“ neue Positionen aus anderen eigenen Projekten überschreibt.
- Die eigentliche Schwäche des Programms besteht allerdings in der Auswertung. OGIP bietet nur Auswertungen für die Wirkungskategorien Kosten und Energie an und darüber hinaus die Vollaggregation nach Umweltbelastungspunkten (UBP). Damit bietet sich nicht die Gelegenheit, das Gesamtsystem in Bezug auf ganz bestimmte Wirkungskategorien hin zu untersuchen und zu optimieren, was sich diese Arbeit aber bewusst zur Aufgabe macht.

Trotz der vorgenannten Nachteile sind jedoch gerade von der t.h.e. software GmbH, die OGIP maßgeblich entwickelt hat, in der Zukunft sehr vielversprechende Software-Neuentwicklungen zu erwarten, da alle der oben genannten Nachteile des Programms bereits als solche erkannt wurden und nur durch bestimmte äußere Sachzwänge in dieser Form realisiert werden mussten.

4.3.9 LEGOE

Das durch die Bundesstiftung Umwelt geförderte Forschungsprojekt LEGOE (Entwicklung von Planungswerkzeugen zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung des **Le**benszyklusses von **G**ebäuden unter **oe**kologischen Gesichtspunkten) verfolgt einen nationalen Ansatz zur Entwicklung von Planungs- und Bewertungshilfsmitteln für Architekten und Ingenieure. Die Projektbeteiligten stellen sich als Team einer bauwesenorientierten Verlagsgesellschaft, der Softwareindustrie, universitärer Forschung und praktisch tätiger Planer und Ingenieure vor.

[59] Das Programm OGIP ist detailliert im Internet unter www.ogip.ch beschrieben und erläutert.

Aufbauend auf einer von der Universität Karlsruhe und der Universität Weimar entwickelten Methode zur kombinierten Berechnung von Energiebedarf, Umweltbelastung und Baukosten in frühen Planungsstadien soll auf Initiative der Edition Aum GmbH sowie unter Mitwirkung der Softwarefirmen IEZ und Sidoun eine praxistaugliche Lösung erarbeitet werden. Die angestrebte komplexe ökonomische und ökologische Bewertung von Bauwerken bereits in der Planungsphase baut auf der Element-Methode auf und wird in bekannte Arbeitsabläufe der computergestützten Planung und Kostenermittlung integriert. Mit Hilfe des Werkzeugs LEGOE sollen nach Fertigstellung die Ermittlung von Bau- und Unterhaltungskosten, die Erfassung von Energie- und Stoffströmen, ökologische Bewertungsgrößen sowie gesundheitsrelevante Parameter gesichert werden. Darüber hinaus sollen mit LEGOE gleichzeitig die im Planungsprozess benötigten Nachweise und Dokumente wie Kostenzusammenstellungen nach DIN 276, Wärmeschutznachweis, Energieausweis und Gebäudepass erzeugt werden.

LEGOE soll somit Gebäudedaten über

- Baukosten und Kosten für den Betrieb und Unterhalt,
- Energiebedarf für die Herstellung,
- Energiebedarf für die Gebäudenutzung,
- Energie- und Stoffströme während der Lebensdauer,
- Ökologische Bewertungen von Gebäuden,
- Kennziffern zur Beurteilung von Umweltrisiken sowie
- Kennziffern zur Beurteilung des Komforts

ermitteln.

Soweit dem Autor bekannt ist, scheint LEGOE das zumindest in Europa am weitesten entwickelte Beurteilungsinstrument zu sein. Bis zum jetzigen Zeitpunkt stehen allerdings Erfahrungsberichte von Seiten der Architekten, Planer etc. noch aus, so dass eine abschließende Beurteilung derzeit nicht vorgenommen werden kann.

4.3.10 EcoPro

Entstanden ist das EcoPro (Ecologic Professional) am Institut für Industrielle Bauproduktion (ifib) in Karlsruhe etwa 1996. Es dient zur Abschätzung der Stoff-, Energie- und Kostenströme über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudeentwurfs. Ein Projekt wird dabei in Bauelementen mengenmäßig erfasst und ein Lebenszyklus simuliert. Mittels Sach- und Wirkungsbilanzen lassen sich die durch künftige Gebäude verursachten Stoff- und Energieströme und daraus resultierende Umweltbelastungen berechnen. Die Bildung verschiedener Varianten erlaubt die Planung hinsichtlich ihrer Umweltbelastungen zu optimieren.

Das EcoPro ist auf Excel 95 programmiert worden und sehr offen gestaltet. Jeder Datensatz ist einsehbar und kann verändert werden. Grundsätzlich besteht sogar die Möglichkeit, das Programm nach eigenen Wünschen zu erweitern oder zu verändern, da der komplette Code offen liegt. Während der Arbeit kann sich die Offenheit dieses Programms als großer Vorteil erweisen.

Das Ökoinventar von EcoPro geht auf Weibel und Stritz (1995) zurück, wobei die Datenbasis jedoch an deutsche Verhältnisse angepasst ist. EcoPro enthält allerdings nur aggregierte Daten, ohne die Emissionen aus Entsorgungsprozessen zu berücksichtigen.

Das Programm EcoPro ist nicht auf dem freien Markt erhältlich. Es handelt sich bei EcoPro um einen Software-Prototypen, der gute Kenntnisse in Microsoft Excel 95 erfordert. Online-Hilfen

gibt es nicht und das Benutzerhandbuch von EcoPro erläutert allenfalls die notwendigsten Funktionen. Will man mit dem Programm arbeiten, erfordert dies ein intensives vorheriges Literaturstudium zum Thema Ökobilanzen, um die Ergebnisse des Programms adäquat verwenden zu können.

Die Möglichkeiten zur Auswertung in EcoPro sind recht umfangreich, so dass man bei unerwarteten Ergebnissen gezielt nach Ursachen forschen kann, bis man die Gründe für bestimmte Zusammenhänge lokalisiert hat. Dazu lassen sich die Ergebnisse nach verschiedenen funktionalen Einheiten, Phasen, Bauteilen und Wirkungskategorien anzeigen.

4.4 Die im Rahmen der Arbeit verwendeten Analyseinstrumente

In den nachfolgenden Abschnitten werden zwei weitere Analyseinstrumente vorgestellt, die im Rahmen dieser Arbeit zur Bilanzierung verwendet wurden. Die Basiskomponente der Analyse bildet die Systemsoftware ‚Ganzheitliche Bilanzierung' (GaBi) des Institutes für Kunststoffprüfung und Kunststoffkunde (IKP) der Universität Stuttgart und der Product Engineering GmbH in Dettingen, die in Abschnitt 4.4.1 beschrieben wird. Aufbauend auf diesem System wurde das in Kap. 4.4.2 ausgeführte MIPS-Konzept des Wuppertal Institutes zur Messung der durch den Menschen induzierten Stoffströme für eine Dienstleistung in das System GaBi integriert. Damit neben einer input-orientierten Betrachtung durch das MIPS-Konzept auch die Emissionsseite umfassend betrachtet werden kann, wurde die GaBi-Datenbank mit Werten aus diversen anderen Ökobilanzen abgeglichen und bei Bedarf ergänzt.

Auf Grund der Tatsache, dass weder GaBi noch das MIPS-Konzept bis zum heutigen Tage einen zufriedenstellenden Ansatz zur Berücksichtigung der Fläche[60] beinhalten, wurde ein eigenes Bewertungsverfahren entwickelt. Dieses Verfahren erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern versteht sich als erste Diskussionsgrundlage. Es erfüllt jedoch die im Rahmen dieser Arbeit gesetzten Anforderungen, da es sehr einfach im Vorfeld eines Bauplanungsverfahrens verwendet werden kann und schnell einen richtungssicheren Überblick über die zu erwartenden Änderungen der Flächenqualität liefert. Eine detailliertere Beschreibung zum Flächenbewertungsverfahren gibt das Kap. 4.5.1.4.

Zur Analyse und Bewertung der ökonomischen Aspekte werden

- die Normherstellungskosten (NHK 95) (vgl. Kap. 4.4.4), die mit dem Runderlass des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau vom 1.8.1997 im Bereich des Bundes eingeführt wurden (BRBS 1996),
- der BKI-Kostenplaner (vgl. Kap. 4.4.5) der Schlösser & Jasper Software GmbH in Aachen und des Baukosteninformationszentrums der Deutschen Architektenkammer in Stuttgart (BKI 1999) und
- einzelspezifische Auskünfte der Entsorgungsbranche zu möglichen Rückbaukosten sowie der Stadt Lübeck hinsichtlich des aktuellen Mietpreisspiegels

angesetzt.

Da sich die quantitative Beurteilung sozialer Indikatoren noch in den Anfängen befindet und somit dem Markt bisher auch kein geeignetes Software-gestütztes Werkzeug zur Verfügung steht, greift diese Arbeit auf eine manuelle Erhebung und subjektive Auswertung der relevanten Daten zurück. Leider bedingte der verzögerte Bauprozess der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite, dass bis zum heutigen Tage die Siedlung nicht komplett errichtet und bewohnt ist.

[60] In der weiteren Ausarbeitung wird der Begriff ‚Fläche' verwendet, da er auch in der öffentlichen Diskussion am gebräuchlichsten ist, wobei sich die Betrachtung im engeren Sinne auf die Quantität und Qualität des genutzten ‚Bodens' bezieht.

Zu Beginn der vorliegenden Arbeit war eine schriftliche Erhebung geplant, die Auskunft über die soziokulturelle und sozioökonomische Siedlungssituation geben sollte. Diese Ergebnisse sollten dann u. a. die Grundlage für die geplante soziale Bewertung darstellen. Da die Anzahl der Siedlungsbewohner aber gegenwärtig noch zu gering ist, um eine anonymisierte Erhebung zu gewährleisten, wurde, auch auf Bitten der verantwortlichen Planer, darauf verzichtet.

Damit jedoch perspektivisch auch die dritte Säule ‚Soziales' des Nachhaltigkeitsdreiecks ausreichende Berücksichtigung findet, unternimmt diese Arbeit dennoch den Versuch erste soziale Indikatoren und mögliche Bewertungsgrundlagen für einen Nachhaltigkeitscheck auf Siedlungsebene auszuweisen.

4.4.1 GaBi - das Software-Werkzeug zur Ganzheitlichen Bilanzierung

Das Softwaresystem GaBi 3 ist als Ingenieurswerkzeug zur Erstellung von Lebenszyklusbilanzen konzipiert.[61] Es unterstützt den Anwender

- beim Verwalten großer Datenmengen,
- beim Modellieren von Produktlebenszyklen,
- bei der Berechnung von Bilanzen unterschiedlicher Art und
- hilft beim Aufbereiten der Resultate.

Die Verantwortung für die Qualität der Resultate liegt jedoch beim Anwender, der mit GaBi 3 arbeitet. Deshalb ist es wichtig zu wissen, wie die Programmeigenschaften gewinnbringend eingesetzt werden können. Mit GaBi 3 können ganzheitliche Bilanzierungen durchführt werden, wie sie in der praktischen Anwendung seit einigen Jahren eingeführt sind. Die ganzheitliche Bilanzierung ist eine Methode zur Beurteilung von technischen, wirtschaftlichen und umweltlichen Auswirkungen von Produkten, Dienstleistungen und Verfahren. Sie gehört damit zur Familie der Ökobilanz-Methoden (Life Cyle Assessment (LCA)). Eine ganzheitliche Bilanzierung unterscheidet sich durch die auf technische und ökonomische Aspekte erweiterte Sichtweise von anderen Methoden dieser Art.[62]

Das Software-Werkzeug GaBi 3 ist im Rahmen aller LCA-Methoden einsetzbar. Das System stellt keinesfalls eine Beschränkung auf die Methode der ganzheitlichen Bilanzierung dar, denn die wesentlichen Grundlagen (Stoff- und Energieflussanalyse, Bezugnahme auf Untersuchungsziele, Randbedingungen und Bezugsgrößen; Umweltwirkungsabschätzung etc.) sind für alle Methoden gleich. Die Vorgehensweise bei der Bilanzierung GaBi entspricht den Vorgaben der internationalen Normierung innerhalb der ISO 14040-Serie. Die zusammen mit dem System erhältlichen Datenbanken GaBi 3 lean und GaBi 3 professional enthalten Sachbilanz-Daten aus Erhebungen des IKP Universität Stuttgart und der PE Product Engineering GmbH, aus Projekten mit Industriepartnern und Instituten (die entsprechenden Freigaben vorausgesetzt) wie auch aus Literatur und Modellberechnungen. Daneben werden Anwendern veröffentlichte, allgemein verwendete Datensätze aus zwei weiteren Quellen zur Verfügung gestellt:

- Ökoinventare für Verpackungen des schweizerischen Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und
- Ökoprofile der europäischen Kunststoffindustrie, der Association of Plastics Manufacturers in Europe (APME).

[61] Weitere Informationen zu GaBi sind zu erhalten unter http://www.gabi-software.com

[62] Definition, Hintergründe und Durchführung der ganzheitlichen Bilanzierung sind in (Eyrer 1996) ausführlich beschrieben.

Das System ist in zweifacher Hinsicht modular aufgebaut. Zum einen bilden Objekte und deren Funktionen modulare Einheiten. Sie geben dem GaBi 3-System eine übersichtliche Struktur, die das Auffinden nützlicher Funktionalitäten erleichtert. Zum anderen gestattet GaBi 3 die modulare Modellierung eines Produktlebensweges oder -lebenszyklus. So können unterschiedliche Lebenszyklusphasen, z. B. eine Herstellungsphase, eine Nutzungsphase und eine Entsorgungsphase, in unterschiedlichen Modulen abgebildet und getrennt voneinander bearbeitet werden.
Die Daten zur Wirkungsabschätzung, Sachbilanz-Daten und Gewichtungsmodelle werden getrennt ausgewiesen. Dadurch entstehen überschaubare Einheiten, die erst bei der Berechnung einer Wirkungsbilanz in einen Zusammenhang gebracht werden. Die offene Architektur des Systems GaBi 3 trägt der Tatsache Rechnung, dass einerseits die ganzheitliche Bilanzierung eine ständige Weiterentwicklung erfährt und andererseits laufend neue technische Verfahren entwickelt werden. Offene Systemarchitektur bedeutet hier die Erweiterbarkeit und Änderungsfreundlichkeit des Systems. GaBi 3 kann um Sachbilanzdaten neuer Verfahren, neueste Erkenntnisse in der Wirkungsabschätzung oder um zusätzliche Gewichtungsmodelle erweitert werden, wie es in der vorliegenden Arbeit mit der Erweiterung um MIPS-Daten geschehen ist.

4.4.2 GEMIS - eine Datenbank mit Bilanzierungs- und Analysemöglichkeiten für Lebenszyklen

Das Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS[63]) des Öko-Institutes versteht sich als eine Datenbank mit Bilanzierungs- und Analysemöglichkeiten für Lebenszyklen. Die in dieser Arbeit verwendete Version GEMIS 4.03 umfasst Grunddaten zur Bereitstellung von Energieträgern (Prozessketten- und Brennstoffdaten) sowie verschiedener Technologien zur Bereitstellung von Wärme- und Strom. Neben fossilen Energieträgern (Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas), regenerativen Energien, Hausmüll und Uran werden dabei auch sogenannte nachwachsende Rohstoffe (schnellwachsende Hölzer, Chinagras, Raps, Zuckerhirse) sowie Wasserstoff in GEMIS behandelt.

In der neuen Version 4.03 sind verstärkt Daten zu Stoff-Prozessketten (vor allem Baumaterialien) aufgenommen und die schon Vorhandenen aktualisiert worden. GEMIS enthält auch neue Prozesse für Verkehrsdienstleistungen, d. h. Personenkraftwagen (für Benzin, Diesel, Strom, Biokraftstoffe), öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Bahn) und Flugzeuge sowie Prozesse zum Gütertransport (Lastkraftwagen, Bahn, Schiffe und Pipelines). GEMIS kann zudem Kosten analysieren da die entsprechenden Kenndaten der Brenn- und Treibstoffe sowie der Energie- und Transportprozesse in der Datenbasis enthalten sind. Mit GEMIS können auch die Ergebnisse von Umwelt- und Kostenanalysen bewertet werden, durch die Aggregation von klimarelevanten Schadstoffen zu sog. CO_2-Äquivalenten, die Aggregation saurer Luftschadstoffe zu SO_2-Äquivalenten und durch die Ermittlung externer Umweltkosten, die zusammen mit den betriebswirtschaftlichen ‚internen' Kosten zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Gesamtkosten dienen können.

GEMIS wird in dieser Arbeit jedoch nicht als EDV-gestütztes Analyseinstrument verwendet, vielmehr werden fehlende emissionsseitige Informationen in der GaBi-Datenbank mit Prozess- oder Produktwerten der genannten GEMIS-Datenbank ergänzt.

4.4.3 Das MIPS-Konzept zur Messung des Umweltverbrauchs

Angesichts sichtbarer Umweltprobleme nimmt seit etwa 20 Jahren die Bedeutung des Themas Umweltschutz, von zyklischen Auf- und Abschwüngen meist analog zur konjunkturellen

[63] Weitere Informationen sind der Homepage des Öko-Instituts unter http://www.oeko.de zu entnehmen.

Entwicklung einmal abgesehen, ständig zu. Mittlerweile werden auf privater, betrieblicher und staatlicher Ebene z. T. ganz erhebliche Anstrengungen zum Schutz der Umwelt unternommen. Mit schätzungsweise mehr als 600.000 Arbeitsplätzen entstand der neue Wirtschaftszweig der Umwelttechnik, der auch in erheblichem Maße exportiert (Klingert et al. 1998). Durch Filter und Katalysatoren werden Gefahrstoffe erfolgreich am unkontrollierten Austritt in die Ökosphäre gehindert, es werden Abfälle sortiert und teilweise wiederverwertet sowie Energie zumindest in Ansätzen eingespart.

Allen diesen Bemühungen, mit Hilfe der sog. ‚End-of-pipe-Technologien' die ökologischen Probleme in den Griff zu bekommen, standen am Ende weiterhin massive Umweltprobleme entgegen. Verlagert hat sich dabei allerdings der geographische Bezugsrahmen. Zwar ist der Himmel über dem Ruhrgebiet wieder blau und die Wasserqualität des Rheins im Vergleich zu der Situation in den 60er Jahren wieder besser geworden, global besteht aber dennoch und immer akuter die Gefahr einer Klimakatastrophe, eines gravierenden Verlusts an Artenvielfalt etc. oder allgemeiner: die Gefahr von unvorhersehbaren Reaktionen des Ökosystems. Nach den bisherigen Erkenntnissen führt eine Vielzahl von Einzelsubstanzen auf unterschiedlichen Einwirkungspfaden durch ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Einzeleffekte erst zum wahrgenommenen Schadensbild. Es verstärkt sich zunehmend der Eindruck, dass die ausschließlich am Output orientierte Betrachtung und Reglementierung von Abfällen und Emissionen nicht ausreicht, um zu einer ökologisch nachhaltigen Wirtschaftsweise zu gelangen (vgl. Tabelle 6). Grund dafür ist, dass es bisher nicht gelungen ist, auf Basis von Stoffbetrachtungen die gesamte Reaktion des Ökosystems vorauszusagen. Dies erscheint auf Grund der Komplexität des Ökosystems zumindest auch mittelfristig ausgeschlossen.

Tabelle 6: Grenzen der outputorientierten Umweltpolitik

Grenzen der outputorientierten Umweltpolitik
Stoffübergänge zwischen den Umweltmedien: Schadstoffe gehen oft in unbekannten Mengen und unter unklaren Umwandlungsprozessen von einem Medium auf ein anderes über. Bsp.: Von der Landwirtschaft auf den Boden ausgebrachte Nährstoffe gelangen in Luft und Wasser und tragen u.a. zur Belastung der Meere bei.
Schaffung neuer Umweltprobleme durch die Behebung anderer: Technische Lösungen zur Reduktion akuter Umweltbelastungen erzeugen häufig Schäden an anderer Stelle. Bsp.: Die Altölverwertung durch Redestillation sorgte für die Verbreitung von PCB im Motorenöl.
Komplexe Wirkungszusammenhänge: Schadstoffwirkungen auf Mensch und Umwelt sind schon bei einer Einzelstoffbetrachtung kaum abschätzbar. Tatsächliche Belastungen durch das Nebeneinander unterschiedlicher Schadstoffe mit diversen Synergismen und Akkumulationen erscheinen vor diesem Hintergrund unbestimmbar.[64] Bsp.: Die bei der Verbrennung (organischen Materials) entstehenden Dioxine. Dioxine verstärken die Wirkung von anderen krebserregenden Stoffen, indem sie diese potenzieren.
Langzeiteffekte: Umweltprobleme sind häufig dadurch gekennzeichnet, dass die daraus resultierenden Schäden u.U. erst nach Jahrzehnten sicht- und spürbar werden. Für Präventivmaßnahmen ist es dann im Regelfall zu spät, so dass der Schaden bestenfalls noch begrenzt werden kann. Bsp.: Der Abbau des stratosphärischen Ozons und die drohenden Klimaveränderungen beruhen auf Langzeiteffekten.
Räumliche Entkoppelung von Ursache und Wirkung: Viele Umweltschäden treten, z.T. auch als Folge der Umweltschutzmaßnahmen (Schornsteine), fernab von der ursächlichen Schadstoffquelle auf, was bei zunehmend komplexen Schadensphänomenen die Bestimmung der Einzelbeiträge und die dafür verantwortlichen Verursachergruppen zusätzlich erschwert. Bsp.: Die FCKW-Emissionen vornehmlich der Industrieländer des Nordens führten zum Ozonloch über dem Südpol.

(eigene Darstellung)

Trotz der Tatsache, dass sich unser toxikologisches Wissen über Gefahrstoffe laufend verbessert, ist es angesichts der Komplexität der geschilderten Problemfelder und deren Dringlichkeit fraglich, ob diese Erkenntnisse als alleinige Basis zur Ableitung allgemeiner Grundsätze zur Ökologisierung der Wirtschaft ausreichen können.

Um Umweltproblemen präventiv begegnen zu können, müssen sich die Beteiligten auf die Art der Umweltprobleme und Größen zu deren Messung verständigen. Nur so lässt sich ein gemeinschaftliches Handeln erreichen. Nach Schmidt-Bleek bedarf es dazu der Identifikation eines gemeinsamen Nenners, auf den nahezu alle Umweltprobleme ursächlich zurückzuführen

[64] „Es ist wissenschaftlich grundsätzlich unmöglich, auch nur für einen einzigen in die Umwelt entlassenen Stoff alle möglichen chemischen, physikalischen und biologischen Auswirkungen auf ökologische Systeme zu untersuchen, zu simulieren, zu quantifizieren oder gar zu monetarisieren, also in Geldwerten auszudrücken“ (Schmidt-Bleek 1994b, 65). „Von den 100.000 Altstoffen, die vor dem 18.9.81 in den Verkehr gebracht wurden, sind 1991 erst ca. 100 Stoffberichte gemäß des Chemikaliengesetzes von der Altstoffkommission abgeschlossen worden“ (Institut 1993, 144).

sind. [65] Dieser sollte jedoch unabhängig von bekannten Umweltproblemen sein, um eine hohe Fehlertoleranz zu gewährleisten.

Ist ein solcher gemeinsamer Nenner identifiziert und durch einen Indikator messbar gemacht, so bietet dies die Möglichkeit, die Umweltbelastungspotentiale aller möglichen Prozesse, Güter sowie Dienstleistungen abzuschätzen, miteinander zu vergleichen und zu minimieren, auch ohne die genauen Wirkungszusammenhänge und Einwirkungspfade einer jeden Einzelsubstanz kennen zu müssen. Dadurch wird es möglich, vorsorgeorientierte Maßnahmen zu ergreifen, die Schäden gar nicht erst entstehen lassen.

4.4.3.1 Vorsorgender Umweltschutz heißt Dematerialisierung

Nach Schmidt-Bleek fußen nahezu alle bekannten Umweltprobleme letztlich auf den Austauschbeziehungen zwischen Öko- und Technosphäre, also auf den anthropogenen Stoffströmen.[66] Demnach ist jede Entnahme von Material aus Lagerstätten, jedes Pflügen von Erde, jedes Umleiten und jede Entnahme von Wasser sowie alles Ernten von Biomasse mit ökologischen Folgen verbunden. Zwar lassen sich auf Grund der Unvollkommenheit menschlichen Wissens über ökologische Zusammenhänge nur selten die konkreten Folgen der Eingriffe sowie deren Intensität, Ort und Zeitpunkt genau bestimmen, doch dass diese Eingriffe ökologische Folgen haben, kann nicht ernstlich bestritten werden.[67]

Vor diesem Hintergrund ist auch der exponentielle Anstieg der vom Menschen verursachten Stoffströme seit dem Beginn der Industrialisierung zu sehen. Er hat dazu geführt, dass die von der industriellen Produktion ausgelösten Massenverschiebungen auf den Kontinenten die durch die Geosphäre bewegten Massen[68] mittlerweile bei weitem übertreffen. Diese massiven und immer stärker anwachsenden Stoffströme verändern damit die evolutionär ausgebildete Stoffstrombalance der Erde nachhaltig, was letztlich zu einer Destabilisierung der Ökosphäre führt. Bisherige Lösungsversuche des Stoffstromproblems konzentrieren sich meist auf das Ende der Produktionskette, wenn entsorgungsbedürftige Abfälle und Produktionsrückstände zum Handeln zwingen.

Um eine zukunftsfähige Wirtschaftsweise zu erreichen, ist es unumgänglich, auch diese Stoffströme des menschlichen Wirtschaftens zu betrachten und letztlich zu minimieren. Gefordert ist eine Dematerialisierung[69] der Produkte, Prozesse und Dienstleistungen, damit es zu einer deutlichen Verringerung der Ressourcenentnahme aus der Natur kommt, die dann zwangsläufig auch die outputseitigen Abfall- und Emissionsprobleme zumindest lindert. Dies ist gleichbedeutend mit der Forderung nach einer Steigerung der Ressourcenproduktivität, wobei unter Ressourcenproduktivität die Menge an Gütern und Dienstleistungen (bzw. die mit ihnen verbundene Wertschöpfung) zu verstehen ist, die pro eingesetzter Menge an Ressourcen (Material, Energie) hergestellt wird.

Dematerialisierung bedeutet folglich, den Ressourcenverbrauch zur Herstellung von Gütern und Dienstleistungen zu verringern, um ökologisches Wirtschaften zu erreichen. Diese Strategie ist mittlerweile allgemein anerkannt und wird auf internationaler Ebene verfolgt. Beispielsweise

[65] Vgl. (Schmidt-Bleek 1994b, 99).

[66] Vgl. hierzu grundlegend (Schmidt-Bleek 1994b, 33ff.), (Schmidt-Bleek 1993, 94-108), (Schmidt-Bleek 1994a, 2ff.).

[67] Vgl. (Weizsäcker et al. 1995, 266).

[68] Gemeint sind Feststoffe ohne Meeresströme und Luftmassen.

[69] Unter Dematerialisierung wird im Rahmen des MIPS-Konzeptes die lebenszyklusweite Verringerung der Inputs von Materialien einschließlich der für Energieinputs bewegten Materialien und aller ökologischen Rucksäcke für die technische Befriedigung bestimmter Bedürfnisse verstanden.

geben die nationalen Umweltpläne der Niederlande[70] und Österreichs[71] sowie der Nordic Council of Ministers[72] explizit eine Dematerialisierung der Wirtschaft um 90% innerhalb von ein bis zwei Jahrzehnten als Leitziele vor. Das Bundesumweltministerium veröffentlichte 1998 den Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogramms, in dem u.a. explizit eine Erhöhung der Ressourcenproduktivität der deutschen Wirtschaft um den Faktor 2,5 bis zum Jahr 2020 gefordert wird[73].

Dematerialisierung ist als eine unspezifische, aber vorsorgende Maßnahme zur Bekämpfung heute noch unbekannter Umweltbelastungen zu verstehen.[74] Sie ist losgelöst von einer einzelstofflichen Betrachtung, die ex post auf bereits entstandene Umweltschäden reagiert, ohne ex ante zukünftige Umweltprobleme erkennen und vermeiden zu können. Die Strategie der Dematerialisierung ist aber auch als Ergänzung zu einer outputorientierten Umweltpolitik zu verstehen. Dematerialisierung greift dort zu kurz, wo bereits als schädlich erkannte Stoffe entstehen und freigesetzt werden. Eine zukunftsfähige Entwicklung besteht also aus einem mehrdimensionalen Ansatz, der erkannte Umweltschäden durch nachsorgende Maßnahmen verringert und unbekannte Umweltschäden durch vorsorgende Maßnahmen vermeidet.

4.4.3.2 Der Faktor 10

Einen Ansatzpunkt für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung liefert die Tatsache, dass eine Volkswirtschaft nur dann den Belangen zukünftiger Generationen Rechnung trägt, wenn der Ressourcenverbrauch zur Schaffung und Erhaltung des Wohlstands der heutigen Generation die Kapazitäten des Ökosystems qualitativ und quantitativ nicht übersteigt. Ist die Verfügbarkeit von Ressourcen als Bestandsgröße („stocks“) vornehmlich von ökonomischer Relevanz, so haben Materialströme als Flussgrößen einer Wirtschaft („flows“) in erster Linie ökologische Bedeutung, da sie als gemeinsamer Nenner für Umweltwirkungen gelten können.[75]

Um die anthropogenen Stoffströme auf ein umweltverträgliches Maß zurückzuführen, schlägt Schmidt-Bleek eine weltweite Reduktion um 50% bis zum Jahr 2050 vor.[76] Bei dieser Forderung handelt es sich nicht um eine nach wissenschaftlichen Maßstäben beweisbare Größe, sondern um eine auf dem Vorsorge- und Vorsichtsprinzip basierende Schätzung, die jedoch von verschiedenen Anhaltspunkten gestützt wird. Legt man dieser Forderung das Umweltraum-Konzept zu Grunde (Faktor-10-Club 1994), wonach jeder Mensch die gleichen Rechte auf eine intakte Umwelt und auf eine umweltverträgliche Ressourcennutzung hat, so fällt die Reduktionsforderung für Industrienationen wesentlich drastischer aus, da derzeit von den Menschen in den Industrienationen (ca. 20% der Weltbevölkerung) ca. 80% der weltweiten Ressourcen in Anspruch genommen werden.[77] Um im Sinne einer zukunftsfähigen Entwicklung ökonomische Nachhaltigkeit (Ressourcenverfügbarkeit), ökologische Nachhaltigkeit (Reduktion der weltweiten Stoffströme um 50%) und soziale Nachhaltigkeit (Umweltraum-Konzept) zu erreichen, müssen die Industrienationen ihre Stoffströme um den Faktor 10 bis zum Jahre 2050 reduzieren.[78]

---

[70] Vgl. (Ministry of Housing 1993).

[71] Vgl. (Bundesregierung 1993).

[72] Vgl. (Nordic-Council-of-Ministers 1998).

[73] Vgl. (BMU 1998).

[74] Vgl. (Schmidt-Bleek 1998, 14f.)

[75] Vgl. (Hinterberger 1997, 174).

[76] Vgl. (Faktor-10-Club 1994)

[77] Vgl. (BUND und Misereor 1995, 33).

[78] Vgl. (Faktor-10-Club 1994). Dies entspricht einer jährlichen Steigerung der Ressourcenproduktivität um ca. 4,75% für Material und um ca. 3% für Energie.

Der Faktor 10 ist als Durchschnittswert zu verstehen, der je nach technischen und finanziellen Bedingungen an den verschiedensten Stellen ansetzen kann. Hier sollte die Betonung nicht auf der absoluten Höhe des Faktors liegen, sondern auf seiner Größenordnung im Sinne eines ‚Ökologischen Sicherheitsfaktors', der mangels genauerer Kenntnisse als Richtwert anzustreben ist.
Um diese anthropogenen Stoffströme messbar zu machen, wurde am Wuppertal Institut das MIPS-Konzept unter der Leitung von Schmidt-Bleek entwickelt. MIPS[79] heißt Materialinput pro Serviceeinheit und liefert einen Überblick darüber, wie umweltbelastend ein Produkt (oder eine Dienstleistung) ist. Er beschreibt, wie viel Ressourcen (im MIPS-Konzept „Materialinput" genannt) für ein Produkt (oder eine Dienstleistung) insgesamt eingesetzt werden.

Unter Materialinput werden alle Materialbewegungen und -entnahmen aus der Natur zusammengefasst. Mit diesen Materialbewegungen und -entnahmen gehen aber auch immer Veränderungen in natürlichen Stoffflüssen und Kreisläufen einher. Dadurch werden akut und/oder dauerhaft Umweltbedingungen geändert. Jeder Materialinput wird früher oder später aber auch zu einem Output. Der Ansatz des MIPS-Konzeptes lautet nun: Wenn ohnehin jeder Input zu einem Output wird, misst man die (wenigen) Inputs an Stelle der vielfältigen Outputs, um zu einer Abschätzung des Umweltbelastungspotentials zu kommen. Das hat auch einen weiteren Vorteil: Die meisten Methoden zur Beurteilung der ökologischen Qualität von Produkten untersuchen eine Auswahl von Outputs (Emissionen), deren Umweltrelevanz in Teilen beschrieben ist. Verglichen mit der Vielzahl freigesetzter Substanzen ist die Anzahl der Substanzen mit gut und umfassend untersuchter Wirkung jedoch verschwindend gering.

Betrachten wir jedoch die Inputs, so werden auch alle nur erdenklichen Outputs (quantitativ) mit erfasst. Damit erhalten wir keine umfassende Wirkungsabschätzung, jedoch einen wertvollen Indikator für die Umweltbelastungspotentiale eines Produktes oder einer Dienstleistung. So eignet sich MIPS als Indikator des vorsorgenden Umweltschutzes und füllt eine Lücke, die andere ökologische Bewertungsverfahren hinterlassen. Dabei gilt für MIPS das Gleiche wie für jede andere Form der ökologischen Bewertung: Um aussagekräftig zu sein, muss sie immer lebenszyklusweit erfolgen (vgl. Abbildung 25).

[79] Weitere Informationen sind der Homepage des Wuppertal Institutes unter http://www.wupperinst.org zu entnehmen.

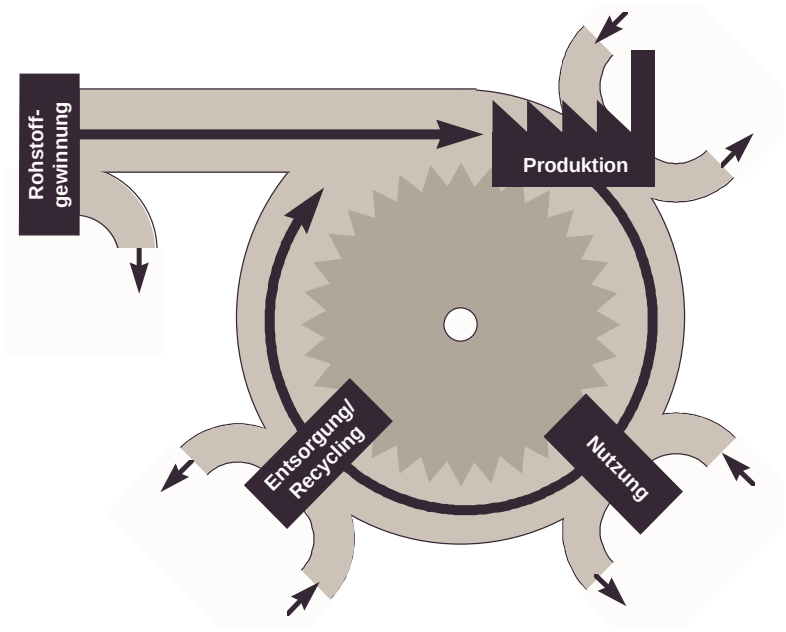


Abbildung 25: Darstellung des Produkt-Lebenszyklus (Schmidt-Bleek 1994b, 20).

Bei der Durchführung einer Analyse nach dem MIPS-Konzept werden alle technisch verursachten Stoffbewegungen in der Ökosphäre betrachtet. Es werden alle Materialien erfasst, die vom Menschen aus ihrem natürlichen Lagerplatz heraus bewegt werden. Damit wird eine Systemgrenze gezogen, die zwischen der Ökosphäre – der natürlichen Umwelt – und der Technosphäre alle Aktivitäten des Menschen umfasst. Die Technosphäre ist in die Ökosphäre eingebettet und tauscht mit ihr Stoffe aus. Auf der einen Seite fließen Rohstoffe (Ressourcen) in die Technosphäre, mit denen wir unseren Wohlstand schaffen. Man spricht hier von der Inputseite. Auf der anderen Seite werden diese Ressourcen früher oder später in der gleichen oder in einer anderen Form auch wieder an die Natur zurückgegeben, etwa als Abfall, Abgase oder Abwasser (Outputseite).

4.4.3.3 Spezifische Systemgrenzen

Durch die MIPS-Analyse soll der gesamte Ressourcenverbrauch ermittelt werden, der durch das betrachtete Produkt verursacht wird. Diese Betrachtung ist allerdings sehr umfangreich, da die Ketten der Vorprodukte zum Teil sehr lang und verzweigt sind. Deshalb ist es notwendig, bei einer Betrachtung nicht nur zwischen Ökosphäre und Technosphäre abzugrenzen, sondern auch zwischen dem betrachteten Produktlebenszyklus und der restlichen Technosphäre. Für diese zweite Abgrenzung verwendet man spezifische Systemgrenzen bzw. Abschneidekriterien, die unter praktischen und methodischen Gesichtspunkten festgelegt werden. Damit werden bestimmte Vorketten nicht berücksichtigt, und zwar solche, die von vernachlässigbarem Einfluss auf das Endergebnis sind. Dazu können die Produktionsmittel oder die Produktionsgebäude gehören. Man sollte jedoch zumindest überschlägig überprüfen, ob wirklich davon auszugehen ist, dass solche Faktoren für das Ergebnis irrelevant sind. Dabei ist es wichtig, diese Systemgrenzen zu vermerken und insbesondere bei Vergleichen einheitlich zu ziehen (gleiche Betrachtungstiefe).

4.4.3.4 MI-Kategorien

Im MIPS-Konzept werden die Materialinputs getrennt nach fünf Inputkategorien erfasst. Diese fünf Kategorien sind: Abiotisches Rohmaterial, biotisches Rohmaterial, Bodenbewegung in der Land- und Forstwirtschaft, Wasser und Luft.

Diese Kategorien wurden gewählt, weil die menschlichen Ressourcenentnahmen unterschiedliche Bereiche der Natur betreffen. Genauso wie man bei Emissionen zwischen Emissionen in Luft, Wasser und Boden unterscheidet, kann man auch bei der Ressourcennutzung/-entnahme diese Kategorien verwenden. Wegen des grundsätzlichen Unterschieds zwischen einer Input- und einer Outputbetrachtung muss jedoch zusätzlich die Entnahme von Biomasse (biotische Rohstoffe) betrachtet werden. Daneben wird der Bereich Boden in abiotische Rohstoffentnahmen und Bodenbewegung in der Land- und Forstwirtschaft unterteilt. Der Bereich Bodenbewegung in der Land- und Forstwirtschaft wird als separate Kategorie ausgewiesen, weil die vorherrschende Art des Ackerbaus auch ohne Ressourcenentnahme mit erheblichen Veränderungen der Umwelt verbunden ist. Diese Bodenbewegungen sind jedoch von einer völlig anderen Art und geringer als abiotische Ressourcenentnahmen. Um diese Unterschiede zu berücksichtigen werden die oben genannten Kategorien verwendet.

Im Detail umfassen die fünf Kategorien die folgenden Inputs:

I. Abiotische Rohmaterialien

- Mineralische Rohstoffe (verwertete Rohförderung, z. B. Erze, Sand, Kies, Schiefer, Granit)
- Fossile Energieträger (u. a. Kohle, Erdöl, Erdgas)
- Nicht verwertete Rohförderung (Abraum, Gangart etc.)
- Bewegte Erde (z. B. Aushub, Ausbaggerungen)

II. Biotische Rohmaterialien

- Pflanzliche Biomasse aus Bewirtschaftung
- Biomasse aus nicht bewirtschafteten Bereichen (Pflanzen, Tiere etc.)

III. Bodenbewegungen aus Land- und Forstwirtschaft

- Mechanische Bodenbearbeitung
- Erosion

IV. Wasser

- Oberflächenwasser
- Grundwasser
- Tiefengrundwasser

V. Luft

- Verbrennung
- Chemische Umwandlung

Die einzelnen Materialinputs werden nun innerhalb der Inputkategorien aufaddiert und ergeben den gesamten Materialinput des betrachteten Guts. Man erhält mit dem MIPS-Konzept also fünf Kennzahlen, die für eine Bewertung der Umweltwirkung eines Guts herangezogen werden. Zieht man von den ermittelten Werten je Kategorie das Eigengewicht ab, so erhält man den „ökologischen Rucksack“ der jeweiligen Kategorie. Er gibt an, wie viel Material während des gesamten Lebenszyklus bewegt oder verbraucht wurde, jedoch nicht selbst Bestandteil des betrachteten Wirtschaftsguts ist. Der ökologische Rucksack eines Produkts entspricht damit der Gesamtmenge an Abfall, Abraum und Emissionen, die das Produkt bis zu seiner Fertigstellung verursacht hat.[80] Bezieht man den Materialinput nun auf eine spezielle Menge, ein Produkt oder eine Dienstleistung, so erhält man die Materialintensität.

[80] Siehe dazu (Schmidt-Bleek 1994b, 19).

4.4.4 Die Normalherstellungskosten

Das Verfahren der Normalherstellungskosten dient den Belangen der zeitgemäßen Verkehrswertermittlung von Gebäuden. Die Kosten beziehen sich auf die Preisbasis von 1995 und sind ohne Baunebenkosten, aber mit 15% Mehrwertsteuer ausgewiesen. Die dort angegebenen Normalherstellungskosten beziehen sich auf einen Quadratmeter Brutto-Grundfläche, ermittelt nach DIN 277. Zur Ermittlung des aktuellen Neubauwerts müssen regionale und ortspezifische Korrekturfaktoren sowie aktuelle Baupreisindexreihen zu Grunde gelegt werden. Darüber hinaus ist der aktuell gültige Mehrwertsteuersatz anzusetzen.

4.4.5 Der BKI-Kostenplaner

Der BKI-Kostenplaner bietet mit dem Objektvergleichsverfahren die Möglichkeit, ein Hochbauprojekt mit einem oder mehreren abgerechneten Objekten aus einer hinterlegten Datenbank zu vergleichen. Die Kostenermittlung bietet somit die Vorausberechnung der entstehenden Kosten bzw. die Festlegung der tatsächlich entstandenen Kosten. Entsprechend dem Planungsfortschritt werden verschiedene Arten der Kostenermittlung unterschieden. Es sind dies

- die Kostenabschätzung (überschlägige Ermittlung),
- die Kostenberechnung (angenäherte Ermittlung),
- der Kostenabschlag (möglichst genaue Ermittlung) und
- die Kostenfeststellung (Ermittlung der tatsächlich entstandenen Kosten).

Das Programm kann für alle aufgeführten Arten genutzt werden, da es eine Vertiefung der DIN 276 bis zu Ausführungsarten, wie z. B. Mutterbodenabtrag Bodenklasse 1, beeinhaltet.

4.5 Darstellung der verwendeten Indikatoren zur Nachhaltigkeitsprüfung von Wohnsiedlungen

Der in dieser Arbeit verwendete Indikatorensatz spiegelt nicht das Ergebnis eines in Kap. 4.1 geforderten partizipativen Prozesses wider. Vielmehr beschränkt er sich auf die subjektive Auswahl von Indikatoren unterschiedlicher Institutionen, Unternehmen etc. (vgl. Tabelle 5) die durch eigene Indikatoren ergänzt werden. Da den vorgeschlagenen Indikatoren intensive Diskussionen zu Grunde liegen, kann davon ausgegangen werden, dass die Auswahl zum größten Teil auf einer akzeptablen, konsensfähigen Plattform fußen. So stellt das Gros der gewählten ökologischen Indikatoren ein Ergebnis der internationalen und nationalen gesellschaftlichen Diskussion der letzten zwei Jahrzehnte dar. Der selbst gewählte Indikator Fläche spiegelt ebenfalls die jüngere wissenschaftliche Diskussion wider und versucht diese mit einem ersten Beurteilungsvorschlag weiter voran zu bringen. Auch bei den ökonomischen Indikatoren handelt es sich um gängige betriebs- bzw. volkswirtschaftliche Größen. Nicht viel anders verhält es sich mit den sozialen Indikatoren, die zum größten Teil volkswirtschaftlich anerkannte Erhebungsgrößen sind, bisher jedoch selten bzw. noch nicht auf die Beurteilung von Siedlungsstrukturen angewendet wurden. Damit handelt es sich um einen ersten Näherungsversuch, den es in der Folge auf der lokalen Ebene und unter Beteiligung der relevanten Akteure zu erproben, verwerfen oder erweitern gilt.

Nachfolgend sind die in dieser Arbeit verwendeten Beurteilungsparameter hinsichtlich ihrer Zielrichtung getrennt ausgewiesen und inhaltlich erläutert. Entsprechend der allgemein akzeptierten Nachhaltigkeitsdefinition und der dimensionalen Analyse (Abbildung 22) werden sie in die ökologische, ökonomische und soziale Dimension unterteilt. Die Beschränkung auf die relevantesten Themenfelder (Kategorien und Aspekte) scheint sinnvoll, um den

Bearbeitungsaufwand in Grenzen zu halten und dennoch mit einem handhabbaren Satz eine aussagekräftige vergleichende Betrachtung vornehmen zu können.

4.5.1 Ökologische Indikatoren

Die zu Grunde gelegten ökologischen Indikatoren entsprechen dem anerkannten Stand der wissenschaftlichen Diskussion. Sie wurden in der Vergangenheit auf den unterschiedlichsten Ebenen und von den unterschiedlichsten Akteuren verwendet. Als klassische ökologische Leitindikatoren werden neben einer vorangestellten öko- und humantoxikologischen Betrachtung folgende Kategorien und Aspekte herangezogen:

- **Der Totale Materialaufwand (TMR),**
- **der Kumulierte Energieaufwand (KEA),**
- **das Treibhauspotential (GWP 100),**
- **die Flächennutzung** sowie
- **der Wasserverbrauch.**

Das ökologische Indikatorenset ließe sich sicherlich ebenso wie das ökonomische und das soziale, beliebig erweitern. Die o.g. Indikatoren bilden jedoch wahrscheinlich vor dem Hintergrund der thematisch definierten Anforderungen und der Fragestellung dieser Arbeit die gegenwärtigen Minimalforderungen ab. Wünschenswert wäre sicherlich eine Ergänzung um die Human- und Ökotoxizität[81] auf die jedoch bewusst verzichtet wird, da deren Definition und Messung bis heute noch mit großen Unsicherheiten behaftet ist (Frischknecht et al. 2001). So kann z.B. auf Grund fehlender NOEC-Werte (no observable effect concentration) für Luftschadstoffe und in Folge des Nichtberücksichtigens von Kompartimentwechseln für Emissionen in die Luft kein Ökotoxizitäts-Indikator bestimmt werden. Da die Wirkung der hier berücksichtigten Substanzen sehr stark von der Exposition abhängig ist und verschiedenste potenzielle Effekte aggregiert werden (z.B. krebserregende oder allergene Wirkungen etc.), bestehen hier noch große Unsicherheiten, weshalb diese Kategorie wie auch die der Humantoxizität laufend weiterentwickelt eird (Hauschild und Wenzel 1998, Huijbregts 1999b, Huijbregts 1999a).

4.5.1.1 Ökologischer Indikator 1: Total Material Requirement

Der Indikator Total Material Requirement (TMR) basiert auf der Berechnung der Umweltinanspruchnahme nach dem MIPS-Konzept (vgl. Kap. 4.4.2). Dazu werden die beiden MIPS-Konzept Kategorien abiotische und biotische Rohmaterialien inkl. Erosion zu dem Indikator TMR zusammengezogen. Dieser Indikator wird mittlerweile in vielen Regionen und Ländern angewendet und stellt eine anerkannte Größe der nationalen und internationalen statistischen Ämter dar. Darüber hinaus kommt der TMR als eine ökologische politische Zielvorgabe zunehmend zum Einsatz.

Auf der Ebene der ökologischen Betrachtung von Siedlungen wurde der Indikator bisher noch nicht verwendet. Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, den Indikator in Zukunft auch in diesem Anwendungsgebiet einsetzen zu können, indem erste Referenzgrößen ermittelt werden.

4.5.1.2 Ökologischer Indikator 2: Der Kumulierte Energieaufwand

Der Kumulierte Energieaufwand (KEA) ist entsprechend der Definition in der VDI-Richtlinie 4600 die Gesamtheit aller primärenergetisch bewerteten Aufwendungen, zusammengesetzt aus den Aufwendungen der Herstellung (Index H), der Nutzung (Index N) und der Entsorgung (Index E) eines ökonomischen Gutes.

[81] Es wird zwischen aquatischer und terrestrischer Ökotoxizität unterschieden.

$$KEA = KEA_H + KEA_N + KEA_E \qquad \text{(Gleichung 1)}$$

Zur besseren Vergleichbarkeit der einfließenden Energieaufwendungen werden alle Energiemengen primärenergetisch bewertet und bilanziert, d. h. auf den tatsächlichen Ressourcenverbrauch bezogen.

Die Ermittlung des KEA erfolgt anhand zweier prinzipiell unterschiedlicher Methoden. Zum einen anhand der klassischen Prozesskettenanalyse. Hierbei werden alle Prozessglieder zur Herstellung eines ökonomischen Gutes von der ‚Wiege bis zur Bahre' detailliert aufgeschlüsselt und die einfließenden Energieströme aufsummiert bzw. kumuliert. Die zweite Methode der Erhebung des KEA erfolgt anhand von energetischen Input-Output-Tabellen. Die Methodik der energetischen Input-Output-Tabellen stützt sich in der Regel auf die nationalen Angaben zur volkswirtschaftlichen Verflechtung und Energieaufwendung. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass sie auf Grund des hohen Aggregationsgrades und der Bezugnahme auf monetäre Werte für eine direkte Ermittlung des KEA von einzelnen Produkten weniger gut geeignet ist.

4.5.1.3 Ökologischer Indikator 3: Das Global Warming Potential

Für diejenigen Substanzen, welche zur Verstärkung des Treibhauseffektes beitragen, wird das ‚Global Warming Potential' (GWP) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (Houghton et al. 1996) als Wirkungsparameter herangezogen.[82] Dabei werden die Absorptionskoeffizienten für infrarote Wärmestrahlung, die Verweildauern der Gase in der Atmosphäre und die erwarteten Immissionsentwicklungen berücksichtigt. Für verschiedene Zeithorizonte (20, 100 oder 500 Jahre) wird dann die potenzielle Wirkung eines Kilogramms eines Treibhausgases im Vergleich zu derjenigen eines Kilogramms CO_2 (Referenzsubstanz) bestimmt. Somit können atmosphärische Emissionen in äquivalente Emissionsmengen CO_2 [kg CO_2-Äquivalent] umgerechnet werden.

Der kürzere Integrationszeitraum von 20 Jahren ist deswegen von Bedeutung, da dieser die Temperaturveränderungsrate maßgeblich bestimmt, welche wiederum die erforderliche Adaptionsfähigkeit für terrestrische Ökosysteme vorgibt. Die Verwendung der längeren Integrationszeit von 500 Jahren entspricht in etwa der Integration über einen unendlichen Zeithorizont und lässt Aussagen über das Potenzial der absoluten Veränderung zu (Meeresspiegelerhöhung, Veränderung der Durchschnittstemperatur). In der vorliegenden Arbeit wird der Integrationszeitraum von 100 Jahren gewählt, da er die beiden Aussagestränge der o. g. Zeithorizonte sinnvoll vereint und dies auch in vielen Ökobilanzen zum Ausdruck kommt, die ebenfalls den GWP 100 ausweisen und somit als Referenz dienen können.

[82] In (Heijungs et al. 1992b) und (Heijungs et al. 1992a) werden noch die älteren, nicht überarbeiteten Treibhausgaspotentiale nach (Houghton et al. 1990) ausgewiesen.

Tabelle 7: Treibhausgaspotenziale für verschiedene Integrationszeiträume in Folge der Emission von 1 kg ausgewählter Gase, bezogen auf Kohlendioxid (Houghton et al. 1996)

[kg CO_2-Äquiv.]	Integrationszeitraum		
	20 Jahre	100 Jahre	500 Jahre
CO_2	1	1	1
CH_4	56	21	6,5
N_2O	280	310	170
H-FKW 125	4600	2800	920
H-FKW 134a	3400	1300	420
FCKW 12[1)]	7800	8100	(4200)
FCKW 11[1)]	4900	3800	(1400)

[1)] nur direkter Wirkungsanteil, Werte in Klammern aus (Houghton et al. 1995).

Zur Erläuterung: Methan hat gemäß (Houghton et al. 1996) eine 21-mal größere Treibhauswirkung als CO_2. Eine Emission von z. B. 1.000 t Methan hat somit ein Treibhauspotential von 21.000 t CO_2-Äquivalenten im Integrationszeitraum von 100 Jahren.

4.5.1.4 Ökologischer Indikator 4: Die Flächennutzung

Die Flächennutzung nimmt zunehmend eine zentrale Rolle in der ökologischen Diskussion ein. Gerade in einem Land wie Deutschland, das im Vergleich zu den meisten anderen Ländern über sehr wenig Fläche pro Kopf verfügt, können auch kleinräumige Maßnahmen ein nicht zu vernachlässigendes Wirkungspotential aufweisen. Im Fokus der öffentlichen Diskussion steht dabei in erster Linie die rein quantitative Nutzung von Flächen.

Inzwischen gewinnt aber auch die Qualität der Nutzung der Fläche an Bedeutung und folgt damit dem Stand der wissenschaftlichen Diskussion. Allerdings steht die Wissenschaft bei der Beurteilung der ökologischen Qualität von Flächen erst am Anfang. Im Rahmen von Großbaumaßnahmen wie Verkehrstraßen, Gewerbeflächen etc. wird häufig die Zerschneidung von zusammenhängenden Naturräumen beklagt. In Folge einer solchen Zerschneidung können diverse Tierarten aus ihrer natürlichen Umgebung verdrängt und ggf. in ihrer Existenz bedroht werden. Die Folgen, die im ungünstigsten Fall in einer weiteren Reduzierung der biologischen Diversität münden, sind u. a. in Kap. 2.2.3.1 kurz dargestellt worden.

Zweifelsohne gestaltet sich eine vorsorgeorientierte Berücksichtigung der möglichen ökologischen Wirkungen von entsprechenden Baumaßnahmen nicht einfach und wurde in der Vergangenheit in der noch gültigen Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) häufig nur unzureichend erfasst. Die im Jahr 2001 von der Europäischen Kommission verabschiedete Strategische Umweltverträglichkeitsprüfung (SUP) versucht diese Lücke zu schließen (EU 2001). Das neue Instrument der SUP bereichert die klassische projektbezogene UVP durch eine eher qualitative Umweltverträglichkeitsbetrachtung im Vorfeld der konkreten Projektplanung. Die langjährige Praxis mit der projektbezogenen UVP hat ergeben, dass diese oft zu spät einsetzt, da wesentliche strategische Entscheidungen bereits vor dem Projektstadium auf höherrangigen Planungsebenen getroffen werden, die somit die Handlungsfreiheit auf der Ebene der konkreten Projektplanung einschränken (Dalkmann 2001).

Wird darüber hinaus auch für den Aspekt Fläche der Ansatz einer lebenszyklusweiten Betrachtung gewählt, so stößt man auf weitere Schwierigkeiten. Um den produktvorgelagerten Flächenverbrauch, z. B. die primäre Rohstoffentnahme, ausweisen zu können, ist eine

umfassende Datenbasis vonnöten, die erstens in der Praxis zumeist nicht verfügbar ist und zweitens noch seltener die Qualität der genutzten Fläche berücksichtigt. Eine der wenigen Arbeiten, die den Versuch einer solchen quantitativen und qualitativen Analyse unternommen hat, wurde von (Baedeker 1997) erstellt.

Die vorliegende Arbeit versucht, basierend auf diesem Ansatz von Baedeker, die qualitative Beurteilung von in Anspruch genommenen Flächen anhand von Hemerobiestufen[83] (vgl. Tabelle 8) auf der Siedlungsebene durchzuführen. Zu diesem Zweck wurde eine Bewertungsmethode entwickelt, die mittels gewichteter Faktoren das Verhältnis der Flächenqualität vor der Nutzung zu der Flächenqualität durch die Nutzung berechnet. Dazu werden die sieben zu Grunde liegenden Hemerobiestufen mit einem Gewichtungsfaktor (e^x) verknüpft. Das exponentielle Wachstum des Gewichtungsfaktors soll dem zunehmenden Grad der Natürlichkeit von einer Hemerobiestufe zur nächsten Rechnung tragen.[84]

Die Berechnung des Flächenindex wird nach folgender Gleichung durchgeführt:

$$FI = \frac{\left(\sum_{i=1}^{\infty} A_{Ni} * G_{Ni}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{\infty} A_{Vi} * G_{Vi}\right)} * 100 \qquad \text{(Gleichung 2)}$$

FI: Flächenindex
A_{Ni}: Flächenanteil bei der Nutzung [m^2]
G_{Ni}: Gewichtungsfaktor bei der Nutzung
A_{Vi}: Flächenanteil vor der Nutzung [m^2]
G_{Vi}: Gewichtungsfaktor vor der Nutzung

Auf Grund der oben beschriebenen Annahmen kann der Flächenindex nur in einem Wertebereich von 0 und dem theoretischen Maximum von 36.567 liegen. Praxisnahe Werte werden allerdings im Bereich zwischen 0 und 5.000 vorzufinden sein.

[83] Hemerobiestufen dienen der Beurteilung der Habitatfunktion auf Basis des Natürlichkeitsgrades.

[84] Der Wahl des Gewichtungsfaktors liegt kein wissenschaftlicher Nachweis zu Grunde, sie stellt die subjektive Annahme einer möglichen qualitativen Flächengewichtung dar. Es scheint eher unwahrscheinlich, dass sich die Flächenqualitäten in ein stetiges mathematisches Schema einordnen lassen. Da aber auch die Differenzierung der Hemerobiestufen nur eine grobe Zuordnung der Flächenqualität erlaubt, scheint dieses Vorgehen auf Grund der Forderung nach einer praktikablen und schnellen Beurteilungsbasis für Planer durchaus vertretbar und zielführend.

Tabelle 8: Anthropogene Beeinflussung des Geoökosystems am Beispiel der Hemerobiestufen und des Natürlichkeitsgrades. Eigene Darstellung nach (Leser und Klink 1988)

Hemerobie-stufe/ (Gewichtungs-faktor)	Natürlich-keitsgrad	Nutzungen und Vegetationen	Kennzeichen der anthropogenen direkten Einwirkungen
1 Ahemerob ($e^1 = 3$)	Natürlich	• Felshänge, felsige Steinhänge • Reale Vegetation entspricht der ursprünglichen Vegetation	• Keine
2 Oligohemerob ($e^2 = 7$)	Naturnah	• Naturnahe Wälder mit bodenständiger Bestockung u. intakten Feldgehölzen • Dünen • Reale Vegetation entspricht noch weitgehend d. ursprünglich Vegetation	• Keine bzw. geringe forstliche Nutzung, geringe Holzentnahme • Keine Düngung
3 Mesohemerob ($e^3 = 20$)	Halb-natürlich	• Forstlich überwiegend genutzte Bestände mit hohem Anteil bodenständiger Holzarten • Heiden • Trocken- und Halbtrockenrasen • Extensiv genutzte Wiesen und Weiden mit Gehölzgruppen	• Regelmäßige Durchforstung u. Rodung • Ehem. Nutzung eingestellt • Gelegentlich Streu- u. Weidenutzung, keine Düngung
4 β-Euhemerob ($e^4 = 55$)	Bedingt naturfern	• Überwiegend gleichaltrig aufgebaute, standortfremde Forstmonokulturen • Intensiv genutzte Wiesen u. Weiden • Streuobstanlagen • Vegetationslose Gewässer	• Überwiegend Kahlschlagwirtschaft • Mehrmalige Mahd, keine Düngung • Gelegentl. Mahd, z. T. Düngung • Mäßige bis intensive Nutzung
5 α-Euhemerob ($e^5 = 148$)	Naturfern	• Ackerland, Weinbau • Gartenbau, Gemüseanbau, Intensivobstbau • Lockere ländliche Bebauung • Sportflächen, Sportrasen • Intensiv genutzte Fischteiche	• Regelmäßiger Tiefumbruch u. ständige Bodenbearbeitung, Bewässerung • Anhaltend starke Veränderung u. teilweise Vernichtung d. ursprünglicher Vegetation • Stetige starke Trittbelastung, häufige Mahd, Düngung • Intensive Nutzung
6 Polymemerob ($e^6 = 403$)	Naturfremd	• Siedlungstyp Stadtrandbebauung inkl. Hausgarten u. Grünanlagen (Zeilenbebauung, offene Bebauung mit geringem Grünanteil) • Campingplätze, Wochenendhäuser, Kleingärten • Mülldeponien, Halden • Bodenabbaufläche • Industrie- und Gewerbeflächen mit geringem Versiegelungsgrad, Bahnanlagen, Kläranlagen	• Großflächige, starke Veränderung u. Vernichtung d. ursprünglichen Vegetation, Pestizideinsatz • Stetige starke Trittbelastung, Eutrophierung • Großflächige Vernichtung d. urspr. Vegetation u. Bedeckung mit Fremdmaterialien u. dauerhafte Veränderung
7 Metahemerob ($e^7 = 1.097$)	Künstlich	• Geschlossene innerstädtische Bebauung mit hohem Versiegelungsgrad • Industrie- und Gewerbeflächen mit hohem Versiegelungsgrad	• Großflächige Vernichtung d. urspr. Vegetation u. dauerhafte Veränderung

4.5.1.5 Ökologischer Indikator 5: Der Wasserverbrauch

Die Bedeutung des Themas Wasser ist bereits an anderer Stelle ausführlich behandelt worden (vgl. Kap. 3.4.4 und Kap. 3.7.3). Um dieser Bedeutung Rechnung zu tragen, erfasst der fünfte ökologische Indikator den Wasserverbrauch. In der hier verwendeten Form umfasst dieser Indikator nicht nur den Wasserverbrauch des alltäglichen menschlichen Bedarfs, sondern berücksichtigt auch alle Wassereinsätze zur Produktion der Materialien für die Gebäude, die Haustechnik etc.
Zur Bilanzierung wird die Kategorie Wasser des MIPS-Konzeptes (vgl. Kap. 4.4.2) an dieser Stelle herangezogen. Damit wird gewährleistet, dass auch Wirkungen auf das Medium Wasser abseits der Siedlungsgrenzen, z. B. bei der Rohstoffgewinnung in anderen Ländern oder die Prozesswassereinsätze bei der Produktion der Baustoffe, berücksichtigt werden.

4.5.2 Ökonomische Indikatoren

Die ökonomischen Indikatoren sollen anzeigen, ob ein Projekt, eine Unternehmung oder ein Produkt wirtschaftlich ist. Dabei hängt die Aussagekraft solcher Indikatoren primär von der konkreten Entscheidungssituation ab, in der sie eingesetzt werden sollen. So sind je nach Fragestellung unterschiedliche Indikatoren auszuwählen, um als entscheidungsunterstützendes Instrument auch entscheidungsrelevante Informationen liefern zu können.

Für die Erstellung von Häusern oder Siedlungen bedeutet dies üblicherweise eine kostenminimierte Planungs-, Erstellungs- und Nutzungsphase. Da sich der Fokus dieser Arbeit aber auf eine nachhaltige Entwicklung richtet, muss auch zumindest die Rückbauphase Bestandteil der Betrachtung sein. Volkswirtschaftliche Kriterien wurden auf Grund des sehr reduzierten Indikatorensatzes in dieser Arbeit nur in Form des Indikators Mietpreisspiegel berücksichtigt. Eine umfangreichere Auseinandersetzung mit den volkswirtschaftlichen Rahmenbedingen wird innerhalb des Fazits vorgenommen.

Die für einige Indikatoren vorzunehmende Kostenermittlung orientiert sich an den Vorgaben der DIN 276 „Kosten im Hochbau“. Zur Kostenberechnung eines Bauwerkes werden die Kosten in einer Ordnungsstruktur gegliedert und in Kostengruppen unterteilt. Mit Hilfe dieses Gliederungssystems werden die durch Baumaßnahmen aller Art entstehenden Kosten und damit zusammenhängenden Aufwendungen erfasst. Auf der ersten Ebene der Kostengliederung werden die Gesamtkosten eines Bauwerkes in folgende Kostengruppen unterteilt:

- 100 Grundstück
- 200 Herrichten und Erschließen
- 300 Bauwerk – Baukonstruktion
- 400 Bauwerk – Technische Anlagen
- 500 Außenanlagen
- 600 Ausstattung und Kunstwerke
- 700 Baunebenkosten

Der Verweis auf die betreffende Kostengruppe der DIN und die ggf. relevanten Unterebenen der Kostengliederung ist an geeigneter Stelle der vorliegenden Kostenermittlung nicht nur zweckmäßig, sondern auch eine Grundvoraussetzung, um die Vergleichbarkeit mit anderen Projekten zu gewährleisten.

Mit Hilfe der nachfolgend aufgeführten Indikatoren wird in Kap. 7 eine interessen- (Bauträger, Käufer, Mieter etc.), phasen- (Bau-, Nutzungs-, Wartungs- und Rückbauphase) und branchenübergreifende Kostenkalkulation durchgeführt werden:

- **Die Planungs- und Durchführungskosten,**
- **die Errichtungs- oder Herstellungskosten,**
- **die Instandhaltungskosten,**
- **die Rückbaukosten** sowie
- **der Mietpreisspiegel inkl. der Nebenkosten.**

4.5.2.1 Ökonomischer Indikator 1: Die Planungs- und Durchführungskosten

Orientiert man sich an der DIN 276, wird deutlich, dass die Kosten für Planung und Durchführung in der Kostengruppe 700 Baunebenkosten aufgeführt werden. Die Kostengruppe unterteilt sich in den unteren Ebenen wie folgt:

- 710 Bauherrenaufgaben
- 720 Vorbereitung der Objektplanung
- 730 Architekten- und Ingenieurleistungen
- 740 Gutachten und Beratung
- 750 Kunst
- 760 Finanzierung
- 770 Allgemeine Baunebenkosten
- 790 Sonstige Baunebenkosten

Auf Basis dieser Gliederung inkl. der entsprechenden Unterebenen (vgl. Anhang 2) sollen die Kosten für die einzelnen Bauwerke und Anlagen sowie für die jeweilig beteiligten Akteure möglichst getrennt ausgewiesen werden.

4.5.2.2 Ökonomischer Indikator 2: Die Errichtungs- oder Herstellungskosten

Die Errichtungs- und Herstellungskosten ergeben sich in Anlehnung an die DIN 276 aus den Kostengruppen 300 Bauwerk – Baukonstruktion, 400 Bauwerk – Technische Anlagen und 500 Außenanlagen. In der 2. Ebene unterteilen sie sich wie folgt:

Tabelle 9: Die Unterteilung der Kostengruppen 300, 400 und 500

Kostengruppe 300	Kostengruppe 400	Kostengruppe 500
310 Baugrube	410 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen	510 Geländeflächen
320 Gründung	420 Wärmeversorgungsanlagen	520 Befestigte Flächen
330 Außenwände	430 Lufttechnische Anlagen	530 Baukonstruktionen in Außenanlagen
340 Innenwände	440 Starkstromanlagen	540 Technische Anlagen in Außenanlagen
350 Decken	450 Fernmelde- und informationstechnische Anlagen	550 Einbauten in Außenanlagen
360 Dächer	460 Förderanlagen	
370 Baukonstruktive Einbauten	470 Nutzungsspezifische Anlagen	570 Nutzungsspezifische Anlagen
	480 Gebäudeautomation	
390 Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen	490 Sonstige Maßnahmen für technische Anlagen	590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen

Auch auf Basis dieser Gliederung inkl. der entsprechenden Unterebenen (vgl. Anhang 2) sollen möglichst die Kosten für die einzelnen Bauwerke und Anlagen sowie für die jeweilig beteiligten Akteure getrennt ausgewiesen werden.

4.5.2.3 Ökonomischer Indikator 3: Die Instandhaltungskosten

Instandhaltungskosten sind die Kosten, die während der Nutzungsdauer zur Erhaltung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs aufgewendet werden müssen, um die durch Abnutzung, Alterung und Witterungseinwirkung entstehenden baulichen oder sonstigen Mängel ordnungsgemäß zu beseitigen. Der Ansatz der Instandhaltungskosten dient auch zur Deckung der Kosten von Instandsetzungen, nicht jedoch der Kosten von Baumaßnahmen, soweit durch sie eine Modernisierung vorgenommen wird oder Wohnraum oder anderer auf die Dauer benutzbarer Raum neu geschaffen wird. Bei einer ganzheitlichen Betrachtung können eventuell höhere Planungs-, Anschaffungs- und Installationskosten neuer Technologien dennoch wirtschaftlich sein, wenn sie die Kosten in der Nutzungsphase senken. So lassen sich Amortisationszeiträume ermitteln, die dabei helfen, Handlungsoptionen zu vergleichen. Für potentielle Käufer von Eigenheimen sind diese indirekten Kosten oftmals kaufentscheidend.

4.5.2.4 Ökonomischer Indikator 4: Die Rückbaukosten

In Kostenaufstellungen von Bauunternehmungen werden in der Regel die Kosten für den Rückbau nicht erhoben und ausgewiesen. Dies liegt zum einen an den Abschreibungszeiträumen der Unternehmen, die deutlich unter der Gebäudelebenszeit liegen und somit für sie betriebswirtschaftlich nicht relevant sind. Zum anderen fallen die Rückbaukosten bei verkauften Objekten nur für den Erwerber ins Gewicht, was auch als Planer-Nutzer-Dilemma beschrieben werden kann. Ein weiteres Hindernis liegt in der problematischen Kalkulierbarkeit dieser Kosten. Auf Grund gesetzlicher Änderungen des Deponierechtes[85] ist die zu erwartende Kostenentwicklung für die Reststoffverwertung ungewiss. Vor dem Hintergrund der gegenwärtig stattfindenden Diskussionen kann jedoch von einer deutlichen Kostensteigerung für den Gebäuderückbau ausgegangen werden, so dass diese Kosten zukünftig auch ein Kaufkriterium darstellen werden.

4.5.2.5 Ökonomischer Indikator 5: Der Mietpreisspiegel inkl. der Mietnebenkosten

Die Höhe der Mietkosten eines zu mietenden Hauses bzw. einer zu mietenden Wohnung ist in der Regel noch vor der Größe, dem Zustand und der Lage die relevante Entscheidungsgröße für Mietinteressenten. Als heutzutage gängige Größe wird im Mietspiegel die Kaltmiete angegeben, die voraussichtlich zukünftig von der Warmmiete abgelöst werden wird, wie es bereits in einigen Städten und Kommunen, wie z. B. in Münster, praktiziert wird. Im Rahmen dieser Arbeit wird jedoch die wesentlich häufiger vorzufindende Kaltmiete als Richtwert verwendet.

In den Nebenkosten werden alle finanziellen Aufwendungen erfasst, die allgemein als „zweite Miete“ bezeichnet werden. Dies sind neben den Kosten zur Deckung des Heizwärmebedarfs die Kosten für Wasser, Abwasser, elektrische Energie, Müllgebühren etc. Diese Kosten sind innerhalb der letzten Jahre erheblich angestiegen, so dass sie in einigen Kommunen mittlerweile über 25 % der Mietkosten ausmachen[86].

[85] Nach der Technischen Anleitung Siedlungsabfall (TASi) dürfen ab 2005 nur noch Stoffe mit einem Glühverlust < 5% deponiert werden.

[86] Nach Angaben des ifs Städtebauinstitutes.

4.5.3 Soziale Indikatoren

Wie in Kapitel 4.3.2 erläutert, ist der Diskussionsprozess hinsichtlich einer einheitlichen Verwendung sozialer Indikatoren bisher nicht sehr weit fortgeschritten. Unterschiedliche Ansätze werden in Politik und Wissenschaft verfolgt. Eine auszugsweise Zusammenstellung der am häufigsten diskutierten Ansätze ist dem Anhang 1, S. 1-3 zu entnehmen. In dieser Zusammenstellung wurde der Versuch unternommen, die aufgelisteten Indikatoren hinsichtlich ihrer Eignungsfähigkeit zur Bewertung auf Haus- bzw. Wohngebiets- oder Siedlungsebene sowie der Bau-, Nutzungs- oder Rückbauphase einzuordnen. Darüber hinaus erfolgt die Einordnung in die „6-Ziele-Liste“ für den Bereich Bauen und Wohnen der Enquete-Kommission (Tabelle 10).

Tabelle 10: Ziele der Enquete-Kommission für den Bereich Bauen und Wohnen (Enquete-Kommission 1998, 234)

Nr.	Ziel	Relevant für das	
		Bauen	Wohnen
1	Sicherung bedarfsgerechten Wohnraums nach Alter und Haushaltsgröße; erträgliche Ausgaben für „Wohnen“ auch für Gruppen geringeren Einkommens im Sinne eines angemessenen Anteils des Haushaltseinkommens	☒	☒
2	Schaffung eines geeigneten Wohnumfeldes, soziale Integration, Vermeidung von Ghettos	☒	☒
3	Vernetzung von Arbeiten, Wohnen und Freizeit in der Siedlungsstruktur	☒	☒
4	„Gesundes Wohnen“ innerhalb wie außerhalb der Wohnung	☒	☒
5	Erhöhung der Wohneigentumsquote unter Entkopplung von Eigentumsbildung und Flächenverbrauch	☒	☐
6	Schaffung bzw. Sicherung von Arbeitsplätzen im Bau- und Wohnbereich	☒	☐

Aus der Liste im Anhang werden zur Beurteilung sozialer Aspekte fünf Indikatoren ausgewählt. Dabei wurde versucht, möglichst phasenübergreifende Messgrößen auszuwählen, die eine realistische Chance zur Datenerhebung aufweisen. Ferner wurde versucht, die „Sechs Ziele“ der Enquete-Kommission zu berücksichtigen (Enquete-Kommission 1998) bzw. weiter zu führen (vgl. Indikator 30: Der Anteil erwerbstätiger Frauen pro Hundert männliche Erwerbstätige). Die Indikatoren der Enquete-Kommission fußen auf einer breiten wissenschaftlichen Basis und versuchen damit die Lücke der mangelhaften Berücksichtigung sozialer bzw. gesellschaftlicher Aspekte zu schließen.

Indikatoren, deren Messbarkeit bzw. Aussagefähigkeit erst in weiteren methodischen Diskussionen zu konkretisieren sind, werden im Rahmen dieser Arbeit nicht verwendet, obwohl sie ggf. erhebliche soziale Stellgrößen darstellen könnten (vgl. u. a. Indikator 28: Ethnische Durchmischung und Indikator 60: Zufriedenheit).

Ausgewählt wurden für die Beschreibung der sozialen Dimension die folgenden fünf Indikatoren:

- **Die Altersstruktur der Einwohner,**
- **Die Einkommensstruktur der Einwohner,**
- **die Arbeitslosenrate,**
- **der Anteil erwerbstätiger Frauen pro Hundert männliche Erwerbstätige** sowie
- **die Partizipation der Bewohner.**

4.5.3.1 Sozialer Indikator 1: Die Altersstruktur

Mit Hilfe einer Übersicht über die Altersstruktur der Einwohner lassen sich Einschätzungen zum Ziel des generationsübergreifenden Wohnens treffen. Ein breites Altersspektrum der Siedlungsbewohner bietet jüngeren Menschen die Möglichkeit von den Erfahrungen Älterer zu profitieren. Wenn es beiderseitig gewünscht wird, können die Älteren die Kinderbetreuung zeitweilig übernehmen oder auch im Urlaub Haus und Pflanzen hüten. Die älteren Menschen könnten von der häufig größeren Mobilität der Jüngeren profitieren und sich Besorgungen wie z. B. Einkäufe, abnehmen lassen. Diese Möglichkeiten bieten sich natürlich nicht nur innerhalb von Familien, sondern lassen sich auch familienunabhängig „leben“.

Erfahrungen der letzten 40 Jahre haben in siedlungssoziologischen Studien belegt, dass ein zu einseitig, junges Altersspektrum bei Siedlungsgründung zwar in den Anfangsjahren ein angenehmes Wohnumfeld bietet, da immer Nachbarkinder als Spielpartner für den eigenen Nachwuchs zur Verfügung stehen und die jungen Eltern sich austauschen können. Nach dem Auszug der Kinder stellt sich dieses ehemals lebendige Siedlungsbild jedoch häufig ganz anders dar. Die Häuser oder Wohnungen sind oft für die Elterngeneration alleine zu groß und der hohe Altersdurchschnitt schmälert die Attraktivität für andere junge Eltern, sich in diesem Wohnumfeld anzusiedeln. Als Paradebeispiele seien an dieser Stelle die Siedlungen der 60-70er Jahre angeführt.

4.5.3.2 Sozialer Indikator 2: Die Einkommensstruktur

Die Einkommensstruktur der Einwohner gibt Auskunft über die finanzielle Absicherung der Siedlungsbewohner, die sich in ‚Zufriedenheit’ und gesellschaftlichen Handlungsspielräumen niederschlagen können. Ein relativ hohes Einkommen kann selbstverständlich auch Auswirkungen auf ökologische Belange haben, z. B. in Form einer höheren Kilometerleistung pro Kopf auf Grund eines gestiegenen Freizeitverkehrs. In dieser Arbeit soll dieser Indikator jedoch Aussagen in Bezug auf die soziale Komponente der Einkommensstruktur ermöglichen, wobei ein breites Spektrum sowohl für eine ‚gesunde’ Durchmischung wie auch für möglichen Sozialneid stehen kann.

4.5.3.3 Sozialer Indikator 3: Die Arbeitslosenrate

Ahnlich wie bei der Betrachtung der Einkommensstruktur bietet die Ausweisung der Arbeitslosenrate die Möglichkeit einer gesellschaftlichen Einordnung des Wohngebietes. Eine im kommunalen Vergleich sehr hohe Arbeitslosenrate wird dabei als Indiz für einen sozialen Brennpunkt herangezogen, wie es bereits allgemein gängige Praxis ist. Eine deutlich geringere Arbeitslosenzahl als im kommunalen Schnitt ist jedoch nicht uneingeschränkt als positives Zeichen zu deuten. So kann eine im kommunalen Vergleich deutlich niedrigere Arbeitslosenrate innerhalb eines Wohngebietes auch zu Sozialneid und Abgrenzungen nach „außen“ führen.

4.5.3.4 Sozialer Indikator 4: Der Anteil erwerbstätiger Frauen pro Hundert männliche Erwerbstätige

Der Anteil erwerbstätiger Frauen pro Hundert männlicher Erwerbstätiger ist als ein Indikator im Hinblick auf den Aspekt der Gleichberechtigung sehr interessant. Ein hoher Anteil steht u. a. für eine zunehmende Gleichberechtigung und mehr Möglichkeiten der persönlichen Verwirklichung sowie finanzielle Unabhängigkeit von Frauen. Darüber hinaus bedingt ein hoher Anteil erwerbstätiger Frauen zumindest bei Paaren mit Kindern eine zusätzliche Verantwortung, ein möglicherweise gesteigertes Familienbewusstsein und u. U. eine reduzierte Zeitsouveränität von Männern.

4.5.3.5 Sozialer Indikator 5: Die Partizipation

Die partizipatorischen Aktivitäten der Bewohner eines Hauses oder einer Siedlung sollen im Rahmen dieser Arbeit nur innerhalb der Siedlungsgrenzen betrachtet werden. Das heißt, mit Hilfe dieses Indikators soll ein Bild entstehen, das Auskunft über Beteiligungsmöglichkeiten der Bewohner bei Planung und Nutzung des Siedlungsgebietes (Wohnungen, Häuser, Verkehrswege, Freizeitbereiche etc.) gibt. Die Teilnahme an kommunalen Bürgerforen etc., die sich ggf. außerhalb der Siedlungsgrenzen etabliert haben, sind nicht Bestandteil der Betrachtung. Eine möglichst weitreichende Beteiligung führt neben einer hohen Zufriedenheit auf Grund des eingeräumten Mitspracherechtes auch zu einer größeren Identifikation und einem gesteigerten Verantwortungsbewusstsein der Bewohner für die Siedlungsstrukturen. Auch lassen sich ökologisch vorteilhafte Elemente (Regenwassernutzung, Passivhausdämmstandard etc.) oft nur dann nachhaltig sinnvoll „nutzen“, wenn die Bewohner den Einbau und die Verwendung solcher Elemente initiiert haben oder zumindest mehrheitlich mit tragen (vgl. Kap. 8). Partizipatorische Prozesse stoßen jedoch oft an ihre Grenzen, da u. a. eine Nutzerbeteiligung zu einer Verlängerung des Planungs- und oft auch Bauprozesses führt und damit die Baukosten erhöht.

„Jedes Element der Natur ist ein lokaler und momentaner Ausdruck eines Ganzen. Das gilt auch für den Menschen."

Quelle: Phillipe Roch

5 Bewertung und Vermittlung mittels der COMPASS-Methodik[87]

In den Abschnitten des Kapitels 4 wurden die unterschiedlichen ‚Werkzeuge' zur ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeitsbilanzierung sowie die für diese Bilanzierung zu Grunde liegenden Indikatoren vorgestellt. In der Praxis zeigt sich aber auch, dass die Verwendung geeigneter Werkzeuge und Indikatoren nur einen Schritt in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung darstellt. Entscheidend für eine erfolgreiche Umsetzung ist die Einbindung dieser Werkzeuge und Indikatoren in einen Prozess, der neben der Benennung eines Zielraums und die Auswahl der Indikatoren auch eine Evaluation des Zielerreichungsgrades und daraus abgeleitete neue Handlungsempfehlungen beinhaltet. Da innerhalb eines solchen Prozesses in der Regel mehrere Akteure mit unterschiedlichen Hintergründen (fachlich, ökonomisch, sozial, kulturell), Motivationen, Funktionen etc. involviert sind, kommt der Möglichkeit der Kommunikation zwischen den Akteuren eine zentrale Bedeutung zu. Die nachfolgend dargestellte COMPASS[88]-Methodik (Kuhndt und Liedtke 1999) versucht einen Rahmen für diesen notwendigen Prozess aufzuzeigen und gleichzeitig eine verständliche Basis für eine akteursübergreifende Kommunikation zu schaffen.

Die COMPASS-Methodik wurde vor drei Jahren von Kuhndt und Liedtke unter Mitarbeit der Arbeitsgruppe Ökoeffizienz & Zukunftsfähige Unternehmen am Wuppertal Institut entwickelt und wird seit diesem Zeitpunkt von der Arbeitsgruppe in der Praxis getestet und weiter entwickelt. Vorrangiges Ziel von COMPASS ist es, einzelne Prozesse, Prozessketten, Produkte oder auch Dienstleistungen unter Berücksichtigung ökonomischer, sozialer und ökologischer Aspekte für eine zukunftsfähige Bedürfnisbefriedigung zu hinterfragen, zu analysieren und ggf. zu optimieren. Dabei berücksichtigt COMPASS wie die anderen Bilanzierungswerkzeuge den gesamten Lebenszyklus und darüber hinaus das gesamte Umfeld dieser Prozesse, Prozessketten, Produkte oder auch Dienstleistungen.

Ein herausragendes Element der COMPASS-Methodik ist ihr partizipativer Ansatz. Dieser lässt sich hinsichtlich seiner externen und internen Wirkung unterscheiden. Die externe Zielrichtung besteht z. B. in der Chance einer gewissen Transparenz des Handelns zwischen den beteiligten Akteuren und Externen (z. B. die Öffentlichkeit) zu erreichen. Die interne Zielrichtung beschreibt die Möglichkeit, dass alle Akteure einschließlich der Beschäftigten einbezogen werden, da sie die ‚Experten vor Ort' sind und sich häufig an den Schaltstellen der Umsetzung befinden. COMPASS hat sich zum Ziel gesetzt, diesen Akteuren die entscheidenden Informationen zur Verfügung zu stellen.

COMPASS strukturiert und unterstützt diesen internen und externen Dialog-Prozess der Unternehmen[89] und Institutionen, ihre Kommunikation und die Konfliktbewältigung. Ziel ist es, auszuloten welche Alternativen auf dem Weg zu mehr Zukunftsfähigkeit in der Praxis zur Verfügung stehen. Am Ende sollte möglichst eine „Agenda" erstellt werden, abgeleitet und angelehnt an die auf der UN-Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992 übergreifend formulierte

[87] Dieses Unterkapitel ist mit geringen Abweichungen identisch mit dem Kapitel 2 aus (Kuhndt und Liedtke 1999), welches zu einem erheblichen Teil auch von dem Autor dieser Arbeit mit verfasst wurde.

[88] Das Kürzel COMPASS steht für **COMPA**nies´ and **S**ectors´ path to **S**ustainability – Unternehmen und Sektoren auf dem Weg zur Zukunftsfähigkeit. Eine ausführliche Beschreibung der Methodik ist auf der Wuppertal Instituts-homepage abrufbar: http://www.wupperinst.org/Publikationen/WP/WP97.pdf

[89] Nachfolgend wird der Begriff Unternehmen auch auf die Gesamtheit der an der Planung, der Errichtung und dem Unterhalt der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite beteiligten Akteure (Planer, Bauträger etc.) bezogen.

Agenda 21. Die erwarteten Ergebnisse eignen sich daher ausgezeichnet dazu, die Information der Öffentlichkeit zu verbessern und ihr die Anstrengungen um mehr Zukunftsfähigkeit zu vermitteln.

COMPASS ist eine Methodik, die generell für Produktlinien und Wirtschaftsräume entwickelt wurde. Das bedeutet, dass sie auf Städte und Kommunen, Regionen, Haushalte, Prozesse und Prozesstechnologien ebenso anwendbar ist wie auf Unternehmen und Branchen. In der vorliegenden Arbeit wird die Methodik für die Bedarfe der wissenschaftlichen Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit auf der Siedlungsebene spezifiziert.

COMPASS wirkt bei der reinen Beschreibung der Methodik vielleicht statisch, denn es bildet nur den Rahmen und die Systematik, in denen die Konzeption zukunftsfähiger Quartiersentwicklung ergebnisorientiert stattfinden kann. Bisher haben die Anwendungen gezeigt, dass die Beteiligten kein Problem damit hatten, den Weg zur Zukunftsfähigkeit mit Leben zu füllen, da Ziel und Orientierung klar waren.

5.1 Die COMPASS-Elemente

COMPASS setzt sich zunächst aus vier handlungsorientierten und einem berichtenden Element, dem $COMPASS_{report}$, zusammen, die immer wieder durchlaufen werden können:

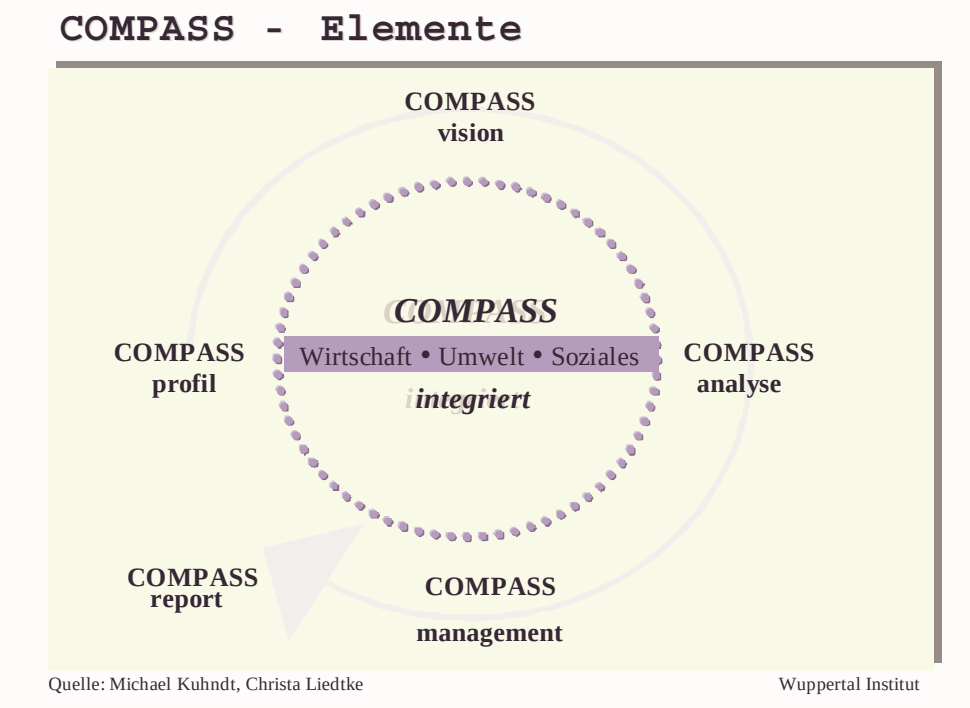


Abbildung 26: COMPASS-Elemente (Kuhndt und Liedtke 1999, 18).

Welche Mess- oder Managementinstrumente in den einzelnen COMPASS Elementen genutzt werden, sollte von Fall zu Fall entschieden werden[90]. COMPASS ist modular aufgebaut. Das heißt, dass an jedem Punkt des Ablaufs eingestiegen werden kann, dass man sich auch auf Teilaspekte (wie z.B. Arbeitsorganisation und Kommunikation oder Produktentwicklung) konzentrieren kann, dass man mit einem Schritt beginnen und erst dann entscheiden kann, wie fortgefahren wird. Dies kann sowohl in vielen kleinen Schritten, als auch in einem Gesamtprojekt geschehen. Der COMPASS-Prozess kann absolut vertraulich oder auch offen und im Austausch mit der Öffentlichkeit oder einzelnen Experten abgewickelt werden.

[90] Die vorliegende Arbeit verwendet z.B. nur die Elemente $COMPASS_{analyse}$ und $COMPASS_{management}$.

COMPASS bedient sich einiger Hilfsmittel oder Instrumente, die während der gesamten Anwendung immer wieder eingesetzt werden. Diese Hilfsmittel werden in einem so genannten Instrumentenkoffer gesammelt und systematisiert wobei im Folgenden nur die für das Verständnis wichtigsten benannt werden:

COMPASS-Instrumentenkoffer

1. Indikatoren/Indikatorenbäume
2. Bewertung und Beampelung
3. Qualifikationsbausteine
4. graphische Auswertung

Abbildung 27: Der COMPASS-Instrumentenkoffer (Kuhndt und Liedtke 1999, 19).

Der Instrumentenkoffer ist natürlich wesentlich umfassender und wird durch Instrumente zur Analyse, zur Kommunikation, zum Management, zur Bewertung, zur Qualifizierung etc. ergänzt.

Es folgt die Beschreibung des COMPASS-Ablaufs mit den einzelnen Elementen und Aktionen. Die zwischen die einzelnen COMPASS-Elemente geschalteten verbindenden Aktionen: „qualifizieren, auswählen, bewerten und überdenken“,
können nach Bedarf wiederkehrend auch innerhalb der COMPASS-Elemente genutzt werden. Die COMPASS-Elemente können sich wie auch die verbindenden Aktionen problemlösungsorientiert aus dem Instrumentenkoffer bedienen. Das System reagiert damit flexibel auf die Bedürfnisse der Akteure.

5.1.1 Indikatoren und Indikatorenbäume

Wie schon in Kap. 4 betont, benötigt ein ergebnisorientiertes Management von Zukunftsfähigkeit Indikatoren. Diese sollten zusammen mit den beteiligten Akteuren problem- und zielorientiert ausgesucht werden.[91] Indikatoren wie z. B. der systemweite Ressourcenverbrauch für ein Produkt oder eine Dienstleistung lassen sich in Teilindikatoren unterteilen. Die Abbildung 28 zeigt einen solchen Indikatorenbaum für die Materialintensität (= Ressourcenverbrauch pro Produkt oder Dienstleistung). Man kann auf der ersten Ebene zwischen dem Verbrauch abiotischer (nicht erneuerbarer) und biotischer (erneuerbarer) Ressourcen unterscheiden. Die zweite Ebene zeigt die Lebensphasen Herstellung, Gebrauch, Entsorgung. Der Teilindikator Herstellung lässt sich in dritter Ebene zum Beispiel in Einsatz von Primär- und Sekundärmaterial, Energie, Transporte und Infrastruktur unterteilen.

Die Unterteilung in Teil- und Unterindikatoren erfolgt entsprechend den Arbeitsabläufen und Verantwortlichkeiten und ist abhängig von der gewünschten und notwendigen Aussagekraft der einzelnen Indikatorenwerte.

Sie ist auch deshalb wichtig, weil z. B. zunächst unbedeutend erscheinende Indikatorenwerte bei eingeleiteten Maßnahmen große Auswirkungen auf den Indikatorenwert der obersten Indikatorenebene haben können. Wird z. B. eine Materialkomponente im Produkt verändert, die keine großen Auswirkungen auf die Ressourcenproduktivität nicht erneuerbarer Ressourcen hat, können dennoch z. B. die Energiewerte oder die Transportwerte drastisch ansteigen. Solche

[91] In der vorliegenden Arbeit wurden die Indikatoren nach dem in Kap. 4.5 beschriebenen Verfahren vom Autor ausgewählt.

Effekte lassen sich am Indikatorenbaum diskutieren und abschätzen. Über die Indikatorenbäume können die Beschäftigten aktiv an ihrem Arbeitsplatz in Maßnahmenplanungen und Aktionen eingebunden werden. Den Beschäftigten können konkrete Zielwerte und Maßnahmen angegeben werden.

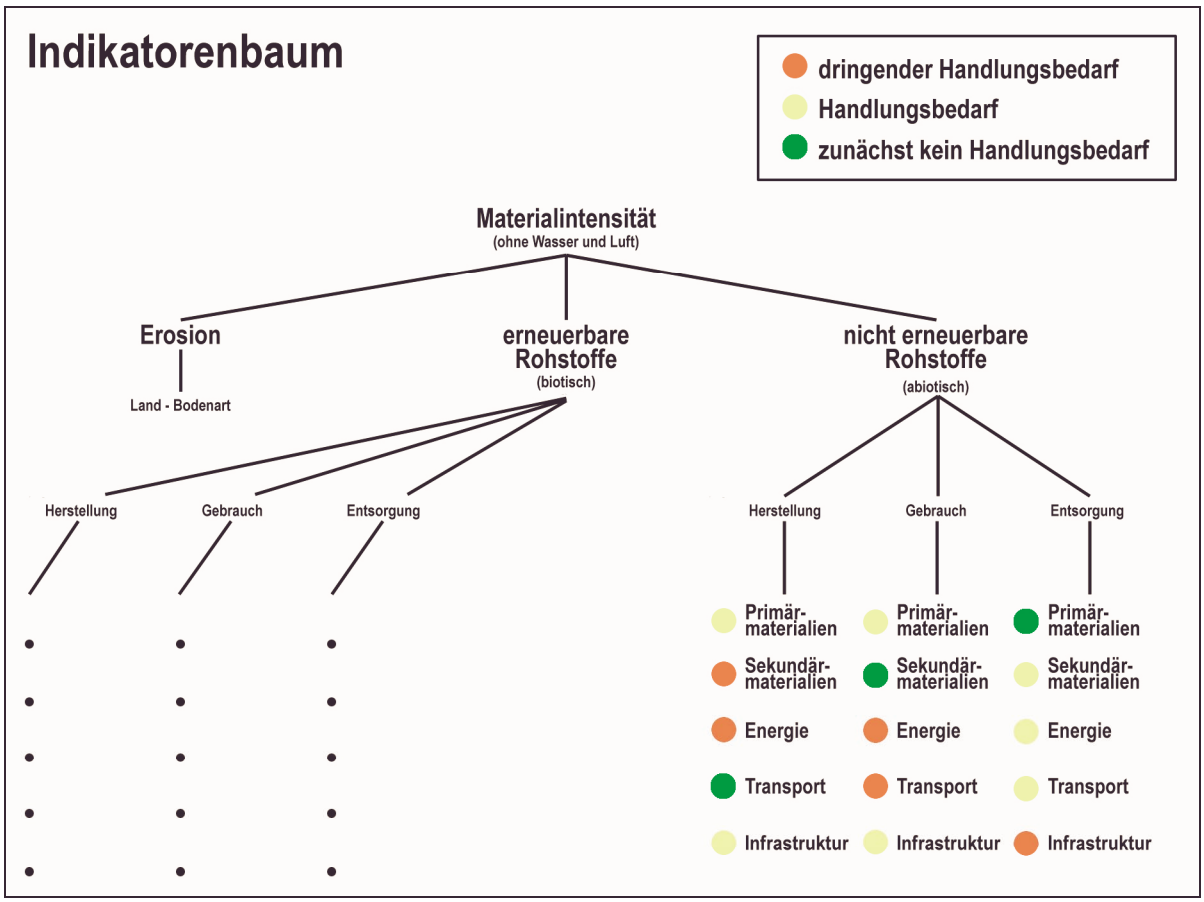


Abbildung 28: Indikatorenbaum – Materialintensität (= systemweiter Ressourcenverbrauch pro Produkt oder Dienstleistung) (Kuhndt und Liedtke 1999, 21).

5.1.2 Bewertung und Beampelung

Die Indikatorenwerte der obersten Aggregationsebene können mit spezifischen Bewertungsmatrizen verbunden werden. Um ein Produkt oder eine Dienstleistung einzustufen, kann man die ermittelten Werte für die Indikatoren entsprechend dem deutschen Schulnotensystem auf einer Skala von 1 bis 6 abbilden. Die Note 4 entspricht dem Stand der Technik. Muss die Note 5 oder 6 vergeben werden, wird dies im Indikatorenbaum mit einem roten Punkt gekennzeichnet, die Noten 2 bis 4 mit einem gelben und die Note 1 mit einem grünen Punkt (‚Beampelung' der Indikatoren). Das Notensystem ist selbstverständlich frei wählbar und lässt sich auch in den Standards anderer Länder darstellen. Wichtig ist, dass die Bewertung jedem beteiligten Akteur bekannt und mit einem Minimum an Erläuterungen verständlich ist. Für die rot gekennzeichneten Handlungsfelder können Maßnahmen, Zuständigkeiten und Fristen festgelegt werden. Den Akteuren kann ein Erfolg durch eine gelbe oder grüne Beampelung sichtbar gemacht werden. Verbesserungen und Verschlechterungen trägt man so einfach und überschaubar in den Indikatorenbaum ein. Im Ergebnis erhält die Kommunikation unter den beteiligten Akteuren neuen Antrieb. Die Mitarbeiter wissen worum es geht, und die Entwicklung von Produkten, Projekten oder auch Unternehmen wird vermittelbar.

5.1.3 Graphische Auswertung am Beispiel: $COMPASS_{radar}$

Ein zentrales Kommunikationsinstrument von COMPASS ist das sog. Spinnennetz, das auch in anderen Modellen, (z. B. Fussler 1996) zur Anwendung kommt. In der Methodik wird die Anwendung des ‚Spinnennetzes' zu einem ‚Sustainable Development-Radar' ($COMPASS_{radar}$) erweitert. Im $COMPASS_{radar}$ kann nicht nur die ökologische Dimension einer unternehmerischen Entwicklung dargestellt werden, sondern auch die ökonomische und die soziale. Ein solches Netzdiagramm kann z. B. mit MS-Excel oder Lotus 123 leicht erstellt werden (Wallbaum und Liedtke 1999). Die Achsen bezeichnen jeweils ökologische, ökonomische oder soziale Indikatoren. Die vergebenen Noten beschreiben die Distanz zum definierten Ziel.

Diese Darstellung bietet den Vorteil, dass sie leicht überschaubar und recht verständlich ist. So können Entscheidungsträger auf Basis dieser Informationsvermittlung in kürzester Zeit Einschätzungen und Entscheidungen treffen, aber auch eine Kommunikation zwischen allen an der Entwicklung beteiligten Personen initiieren. Um diese formulierten Anforderungen zu realisieren, erhalten alle Indikatoren der obersten Ebene die gleiche Gewichtung. Für die einzelne Bewertung muss folglich ein Bewertungskatalog erarbeitet werden, der den im Exkurs beschriebenen Skalen ähnelt. Hier wird die Praktikabilität komplizierten Bewertungssystemen bewusst vorgezogen.

5.1.4 Qualifikationsbausteine

Ziel dieses einfachen Instruments ist es damit auch, wissenschaftliche Erkenntnisse ohne Verzögerung in die berufliche Aus- und Weiterbildung einfließen zu lassen. Inzwischen wurden Qualifizierungsbausteine entwickelt, die sehr unterschiedlichen Charakter haben. Zum einen qualifizieren sie unterschiedliche Akteure im herkömmlichen Sinne, z. B. im Themenbereich Zukunftsfähigkeit, Ressourcenmanagement, Anwendung von Indikatoren etc. Zum anderen lernen z. B. die Beschäftigen in einem Unternehmen – eingebunden in spezifische Kommunikations- und Arbeitsprozesse – Fragebögen und Stärken- /Schwächenanalysen zu erstellen, diese zu interpretieren, Maßnahmen abzuleiten sowie Zuständigkeiten und Fristen festzulegen. Letzterer Qualifizierungsbaustein lässt sich zu jeder Problemlösung heranziehen und verwendet vorhandenes Know how im Projekt/Unternehmen ohne hohe Arbeitsbelastung.
Im Folgenden werden die einzelnen Schritte von COMPASS mit ihren verbindenden Elementen beschrieben.

5.2 $COMPASS_{profil}$ – Die Wissenslandkarte

$COMPASS_{profil}$ dient dazu, das zu untersuchende System mit seinen Systemgrenzen, seinen ökonomischen, ökologischen und sozialen Rahmenbedingungen und den beteiligten Personen und Institutionen zu beschreiben. Bei der Erstellung des Dialogprofils werden zunächst die Ziele beschrieben und dokumentiert. Dann wird festgelegt, welche Personen oder Institutionen in welcher Phase von COMPASS beteiligt werden, in welchem Umfang und in welcher Intensität betroffene gesellschaftliche Gruppen in den Prozess einbezogen werden und welche Verbindlichkeit der Beteiligung erstrebenswert ist. Der Kreis der Beteiligten kann aus – je nach Einsatzgebiet von COMPASS –einem einzelnen Unternehmen, aus einer Gruppe von Unternehmen, die an einer Produktlinie beteiligt sind, aus einer Branche oder auch aus Teilnehmern eines ‚runden Tisches' aller involvierten Institutionen, also etwa aus Unternehmen, Verbände, Politik, Wissenschaft und Nichtregierungsorganisationen bestehen.

Die unterschiedlichen Bereiche und Abteilungen eines Unternehmens oder die handelnden Personen einer Branche haben in der Regel einen unterschiedlichen Kenntnisstand über die verschiedenen Aspekte von Zukunftsfähigkeit, z. B. über die verursachten Umweltbelastungen und den Naturverbrauch, über die Arbeitsbedingungen im Betrieb und entlang der Produktlinie

oder über die kurz-, mittel- und langfristigen Marktperspektiven der Produkte und Dienstleistungen des Unternehmens und der Branche. Ziel von $COMPASS_{profil}$ ist es, dieses Wissen zu bündeln und zu dokumentieren. Man erstellt eine Wissenslandkarte oder ein Wissensprofil; daher die Bezeichnung knowledge mapping[92] für dieses Vorgehen.

5.3 $COMPASS_{vision}$ – Formulierung von Visionen und Leitplanken

Zahlreiche Ansätze für Zukunftsfähigkeitsstrategien in der Wirtschaft scheitern, weil die Unternehmen und/oder Projekte weitgehend auf kurzfristige Gewinnmaximierung und Kostenvorteile ausgerichtet sind. Die Ausrichtung auf nachhaltige technologische, soziale und organisatorische Innovationen ist dagegen ein langfristig erfolgreiches Zukunftskonzept, da sie mittel- bis langfristig die Wettbewerbsfähigkeit stärkt.

Wie bereits beschrieben, sind Unternehmen und Branchen nur dann zukunftsfähig, wenn sie auch Visionen, Leit- oder auch Zukunftsbilder haben, an denen eine kurz- bis mittelfristige Entwicklung ausgerichtet werden kann. Um aber diese Leitbilder umzusetzen, bedarf es einer hohen Akzeptanz der Arbeitnehmer. Um die Potenziale der Arbeitnehmer nutzbar zu machen, sollte ein gemeinsames Zukunftsbild entworfen werden, in dem sich alle beteiligten Personen wiederfinden und das alle Beteiligten als erstrebenswert ansehen, wie etwa einen insgesamt geringeren Verbrauch natürlicher Ressourcen oder ein hohes Beschäftigungsvolumen. Unterschiedliche Erfahrungen und Vorstellungen sollten berücksichtigt werden, denn sie können auf sehr unterschiedlichen Wegen zum gleichen Ziel führen. Wichtig ist daher, über die Visionen und Leitplanken einen weitgehenden Konsens im Unternehmen oder inder Branche herbeizuführen.

In einem ersten Schritt werden im so genannten Zukunftsworkshop soziale, ökologische und/oder ökonomische Visionen der Beteiligten von einer nachhaltigen Gesellschaft bzw. Wirtschaft gesammelt. Gleichzeitig werden in $COMPASS_{vision}$ die dokumentierten Visionen der Planer, des Unternehmens oder der Branche mit ‚Leitplanken' verknüpft. Leitplanken beschreiben volkswirtschaftlich bestimmte konkrete kurz-, mittel- und langfristige Zeit- und Mengenvorgaben, die den Bewegungsspielraum für die Aktivitäten festlegen und begrenzen. Ein Beispiel könnte die „Senkung des Naturverbrauches um den Faktor 2,5 bis zum Jahr 2005" sein (BMU 1998).

Definierte Leitplanken helfen, Investitionen und Innovationen zu systematisieren und zu lenken. Sie dienen der Verminderung möglicher Risikopotentiale. Visionen, Ziele und Leitplanken werden dann mit dem Status quo verglichen, so dass letztlich daraus ein Stärken-/Schwächenprofil der betrachteten Einheit entsteht.

5.4 $COMPASS_{analyse}$ – Leistungsmessung (Benchmarking)

In einem weiteren Schritt müssen für die ermittelten Ziele und Maßnahmen konkrete Messgrößen gefunden werden, die einem Unternehmen oder einer Branche Auskunft über Erfolg oder Misserfolg seiner Bemühungen geben. Die Komplexität der Wechselwirkungen gesellschaftlicher und ökologischer Prozesse überfordert die bisher gebräuchlichen Informationssysteme. Durch eine gezielte Auswahl versucht COMPASS, ausgehend von wenigen aussagekräftigen und repräsentativen Messgrößen aus der Vielzahl der Einzeldaten, die Komplexität systematisch zu reduzieren und näherungsweise zu einem Abbild der Wirklichkeit zu kommen. Das geht nur auf sehr pragmatischem Wege. Indikatorensysteme müssen einerseits der spezifischen Problemlage eines Unternehmens oder einer Branche gerecht werden, andererseits sollten sie aber auch den Stand der wissenschaftlichen Diskussion repräsentieren

[92] Vgl. http://smithweaversmith.com/knowledge2.htm

und eine möglichst weitgehende internationale Harmonisierung erlauben. In Abstimmung mit den interessierten Beteiligten werden je nach Fragestellung geeignete Indikatoren benannt, um ein möglichst realistisches Bild von Status quo und Entwicklungstendenzen zu ermitteln. Es wird dokumentiert, warum welcher Indikator ausgewählt wurde und welche Bedeutung ihm im Rahmen der Analyse zugemessen wird (vgl. Kapitel 4.5).

$COMPASS_{analyse}$ umfasst die eigentliche Leistungsmessung. Sie erlaubt mit Hilfe von Indikatoren, auf allen Ebenen wirtschaftlicher Aktivität zu bestimmen oder abzuschätzen, inwieweit tatsächlich eine zukunftsfähige Entwicklung angestoßen oder umgesetzt wird. Es sollen dabei intern diejenigen Prozesse und Techniken identifiziert werden, die besonders wichtig oder kritisch für eine zukunftsfähige Entwicklung sind. Nachdem verbindlich festgelegt wurde, wie der jeweilige Indikator zu messen und zu berechnen ist.[93] werden zur Berechnung der identifizierten Indikatoren geeignete Daten gesammelt. Zugleich können einmal einvernehmlich festgelegte Indikatoren in einer Branche auch zur Messung und zum Vergleich der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit in Form von ‚Benchmarking' und ‚Ranking' von Produkten, Prozessen oder eines ganzen Unternehmens herangezogen werden und einen Beitrag zur besseren Positionierung leisten.

Eine zentrale Bedeutung hat in diesem Zusammenhang ein leistungsfähiges Informationssystem. Alle Beteiligten sollten ständig Zugriff auf alle Daten haben, die für sie von Bedeutung sind. Nur auf dieser Basis ist ein Controlling möglich, das die Einhaltung von Vorgaben und das Erreichen der selbstgesteckten Ziele sicherstellt. Wenn die Informationsbasis zur Verfügung steht, können sowohl die Projektleiter, die Geschäftsleitung als auch die Mitarbeiter schnell und qualifiziert auf Fehlentwicklungen reagieren. Nach genauer Analyse der Daten können die für die Zukunftsfähigkeit besonders kritischen Bereiche (performance gaps) ermittelt und in einem $COMPASS_{radar}$ optisch anschaulich dargestellt werden.

In der Phase des Bewertens und Schlussfolgerns wird ein Aktionsplan (eine Zukunftsfähigkeits-Agenda) für das Unternehmen oder die Branche erstellt. Das bedeutet, dass praxisorientierte Maßnahmen formuliert und nach Dringlichkeit, Finanzierbarkeit und Zeitbedarf eingestuft (Agenda der Zukunftsfähigkeit) werden. Die Zukunftsfähigkeits-Agenda basiert auf den in $COMPASS_{vision}$ festgelegten Visionen und Leitplanken und auf den in $COMPASS_{analyse}$ aufgedeckten sozialen, ökologischen und ökonomischen Potentialen.

5.5 $COMPASS_{management}$ – Das Zukunftsfähigkeitsmanagement

Innerhalb von $COMPASS_{management}$ erfolgt die operative Einbindung und Umsetzung des Aktionsplans bzw. der Zukunftsfähigkeits-Agenda in Entscheidungsprozesse.

Zunächst benennen und charakterisieren alle Beteiligten die Voraussetzungen und Hemmnisse, den Informationsbedarf und die Kooperationsformen. Auf derBasis dieser Informationen werden Ziele definiert und Handlungsempfehlungen abgeleitet. So kann beispielsweise zwischen mehreren an einer Produktlinie beteiligten Unternehmen ein unternehmensübergreifendes Stoffstrommanagement vereinbart werden, das zur Minimierung der Stoffströme der gesamten Produktions- und Nutzungskette führt. Oder es wird festgelegt, in welchen Abständen - permanent, monatlich, vierteljährlich etc. - die einzelnen Fachabteilungen und Fachgremien die Messzahlen für die einzelnen Indikatoren neu ermitteln. Die Berichterstattung wird systematisiert und reglementiert, und es werden Abläufe definiert, die einen reibungslosen Arbeitsalltag gewährleisten.

[93] Am Wuppertal Institut ist ein Beispiel für ein solches Messverfahren zur Bestimmung der Ressourcenproduktivität entwickelt worden, das im Rahmen von Analysen nach dem COMPASS-Verfahren eingesetzt wird (Adriaanse et al. 1997), (Liedtke und Rohn 1997).

Eine erfolgreiche Integration der Zukunftsfähigkeits-Agenda in die Politik des Unternehmens oder des Wirtschaftssektors und ihre Umsetzung ist eine Managementaufgabe. Dazu sind die übergeordneten Visionen und Leitplanken in der Organisation oder dem Management fest zu verankern. Es bedarf einerseits des entsprechenden Problembewusstseins und andererseits der Fähigkeit, inhaltliche Vernetzungen zwischen unterschiedlichen Handlungsbereichen herzustellen. Dies kann nur durch ständiges Thematisieren innerhalb der Organisation oder Administration erreicht werden. Um dem Thema ‚Zukunftsfähigkeit' das entsprechende Gewicht zu verleihen, muss es ‚Chefsache' sein und von der Unternehmensspitze immer wieder eingefordert werden.

Die Ergebnisse von $COMPASS_{analyse}$ und des Benchmarkings sind Grundlage für die Entscheidung, welche Informationssysteme, Managementinstrumente und Maßnahmen eingeführt und umgesetzt werden. Hilfreich sind dabei Positivlisten, Negativlisten oder auch Qualitätsrichtlinien. Eine Positivliste kann zum Beispiel Antwort auf die Frage geben, welche Stoffe unbedenklich eingesetzt werden können oder welche Materialien aus Kostengründen vermieden werden sollten. Die Negativliste gibt Auskunft darüber, welche Stoffe nicht im Produkt enthalten sein dürfen.

5.6 Der $COMPASS_{report}$

$COMPASS_{report}$ wurde bisher nur am Rande erwähnt, obwohl diese Komponente eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine zukunftsfähige Entwicklung ist. Die bisher beschriebenen Schritte der COMPASS-Agenda haben vornehmlich die Funktion, ein langsames und stetiges Herantasten an eine zukunftsfähige Entwicklung zu unterstützen. Die Inhalte haben geringen normativen Charakter und können von den Beteiligten in vollem Umfang beeinflusst werden. Das ist sinnvoll, da eine zukunftsfähige Entwicklung spielerischen Freiraum für Kreativität und Innovationen aller Beteiligten benötigt. Auch eine offene Unternehmens- und Branchenkultur muss geübt und erlernt werden. Da die Menschen diese Prozesse prägen, wird sich in jedem Einzelfall eine individuell unterschiedliche, einzigartige Kultur der Organisation und Realisierung des Übergangs in eine zukunftsfähige Entwicklung ergeben.

Doch so nötig die Freiräume sind, jegliche Freiheit benötigt ein Korrektiv bzw. ein Kontrollinstrument, das den Nachweis erbringt, ob sich das Einzelsystem zum Wohle des Gesamtsystems Volkswirtschaft-Gesellschaft-Umwelt entwickelt.

$COMPASS_{report}$ ist in diesem Sinne ein normativer Schritt, in dem möglichst objektiv nachgewiesen werden soll, ob sich die Managementstrategien im Inneren des bzw. der beteiligten Unternehmen auch wirklich so entwickeln, dass die Visionen und Ziele einer zukunftsfähigen Entwicklung erreichbar sind. Ein solches Kontrollinstrument erlaubt es, Fortschritte der Öffentlichkeit gegenüber glaubhaft und transparent darzustellen. $COMPASS_{report}$ dient in der ersten Linie immer dazu, eine Bewertung des Gesamtsystems zu erstellen – also von der Wiege bis zur Bahre. Erst danach kann in weiteren Schritten die Suche nach Optimierungsmöglichkeiten in den Teilsystemen eröffnet werden, also bei den einzelnen Produkten oder Produktionsanlagen.

$COMPASS_{report}$ berücksichtigt sowohl toxische Potentiale der gesamten Produktlinie als auch die Indikatoren, die mehr den vorsorgenden Aspekt darstellen, zum Beispiel den Schutz der Ökosphäre oder soziale Gerechtigkeit insgesamt. Der Handlungsbedarf und die getroffenen Maßnahmen werden im $COMPASS_{ausweis}$ (vgl. Kap. 5.7) in Kurzform dargestellt. Dieser dient dazu, die Ergebnisse von $COMPASS_{report}$ zu beschreiben und zu visualisieren. Ausführlichere Berichte sollten sich in Geschäfts- und Umweltberichten wiederfinden.

Die nachfolgende Abbildung 29 fasst kurz die Ziele, Maßnahmen und Konventionen des $COMPASS_{report}$ zusammen.

Ziel:
Vergleichende zukunftsfähige Berichterstattung über Prozesse, Prozesstechnologien, Produkte, Dienstleistungen, Unternehmen und Branchen. Pro Indikator wird kurz Bericht erstattet über Schwächen und Stärken des abgebildeten Bereiches, über Maßnahmen, Verantwortlichkeiten, Fristen, Managementsysteme etc. Die Vorgehensweise und Art der Berichterstattung lehnt sich an die international diskutierten Systeme an (z.B. Lehni 1998, GRI 1999, Teichert 1996). Dieser Bericht ist z.B. einem Produkt-Ausweis ($COMPASS_{ausweis}$) anzuhängen.

Was ist zu tun ?
- Festlegen der Indikatoren der obersten Aggregationsebene.
- Festlegen der Berechnungsweisen und Bewertungsmatrizen, damit z.B. Produkte gleicher Funktion oder Unternehmen einer Branche vergleichbar werden.
- Die Bewertungsmatrizen gelten für einzelne Produkte oder Branchen und werden in einem Katalog festgehalten.

Konventionen:
- Berechnungen und Bewertungen erfolgen für das gesamte System der Produktion und Nutzung; Teilsysteme können separat ausgewiesen werden.
- Werden Indikatoren nicht bewertet, wird das verständlich begründet.
- Werden weitere Indikatoren hinzugenommen, müssen Berechnungsweise und Bewertung transparent dargestellt werden.
- Lücken in den verfügbaren Informationen werden benannt.
- Die erarbeiteten Daten werden in einen vorgegebenen Pass ($COMPASS_{ausweis}$) eingetragen.
- Die Bezeichnung ‚$COMPASS_{ausweis}$' wird nur verwendet, wenn die genannten Vorgaben berücksichtigt wurden.

Abbildung 29: Ziele, Maßnahmen und Konventionen des $COMPASS_{report}$.

5.7 Von den Indikatoren zum $COMPASS_{ausweis}$

Die Indikatoren, die im $COMPASS_{report}$ Berücksichtigung finden, bilden die höchste Aggregationsebene der Indikatoren ab. Sollten ein oder mehrere Indikatoren für eine Systembewertung irrelevant sein und durch andere ersetzt werden, muss dies nachvollziehbar begründet werden.
Auch die Indikatoren des $COMPASS_{report}$ sind dem zeitlichen Wandel unterworfen, d.h., dass sich in der Gesellschaft mit der Zeit und dem Fortschritt zukunftsfähiger Entwicklung sowie neuen Erkenntnissen andere Problemfelder in den Vordergrund schieben. $COMPASS_{report}$ versucht, diese Erkenntnisse zu berücksichtigen und trotzdem langfristig verlässliche und richtungssichere Indikatoren zu benennen. Für die Ökologie werden die Indikatoren Materialintensität (Ressourcenverbrauch des Gesamtsystems), Energieintensität und Flächenverbrauch (das Verhältnis von versiegelter Fläche zur insgesamt belegten Fläche) berechnet und bewertet. Für die Ökonomie werden Wertschöpfung oder Umsatz, Innovation und Technik, Organisation und strategische Planung bewertet. Für die Indikation der sozialen Komponenten einer nachhaltigen Entwicklung dienen die Identifizierung mit der betrachteten Einheit (z.B. Unternehmens- oder Branchenkultur), interne und externe Kommunikation, Arbeits- und Gesundheitsschutz sowie die soziale Sicherheit.

Für die einzelnen Indikatoren gibt es Berechnungswege und Bewertungsmatrizen, die wiederum für einzelne Produkte, Unternehmen und Branchen spezifisch sind. Erst dadurch wird ein Vergleich zwischen Produkten, Unternehmen und Branchen möglich.

Die Indikatoren sollten so ausgewählt werden, dass Doppelzählungen vermieden werden. Eine Doppelzählung wurde allerdings bewusst vorgesehen: Die Berücksichtigung der Indikatoren Materialintensität oder MIPS einerseits und Energieverbrauch andererseits zählt die Ressourcen doppelt, die zur Bereitstellung der Energie gebraucht werden, also Kohle, Öl, Gas, Sonne, Wind,

Kernenergie und andere. Der Indikator MIPS enthält bereits die Ressourcen für die Energiebereitstellung. Da aber die Energie ein gängiger Indikator ist und eine doppelte Bewertung eher einer Ressourceneffizienz förderlich ist, werden für einen begrenzten Zeitraum (drei bis fünf Jahre) beide Indikatoren parallel geführt. Sobald die Beteiligten im Umgang mit COMPASS und MIPS geübt sind, ist es möglich, den Indikator Energie auszutauschen. Möglicherweise wird der Indikator Biodiversität aufgenommen. In wichtigen Fällen wird er schon heute zusätzlich berücksichtigt.
Wie ein möglicher $COMPASS_{ausweis}$ gestaltet sein kann, zeigt die nachfolgende Abbildung anhand eines fiktiven Unternehmensbeispiels.

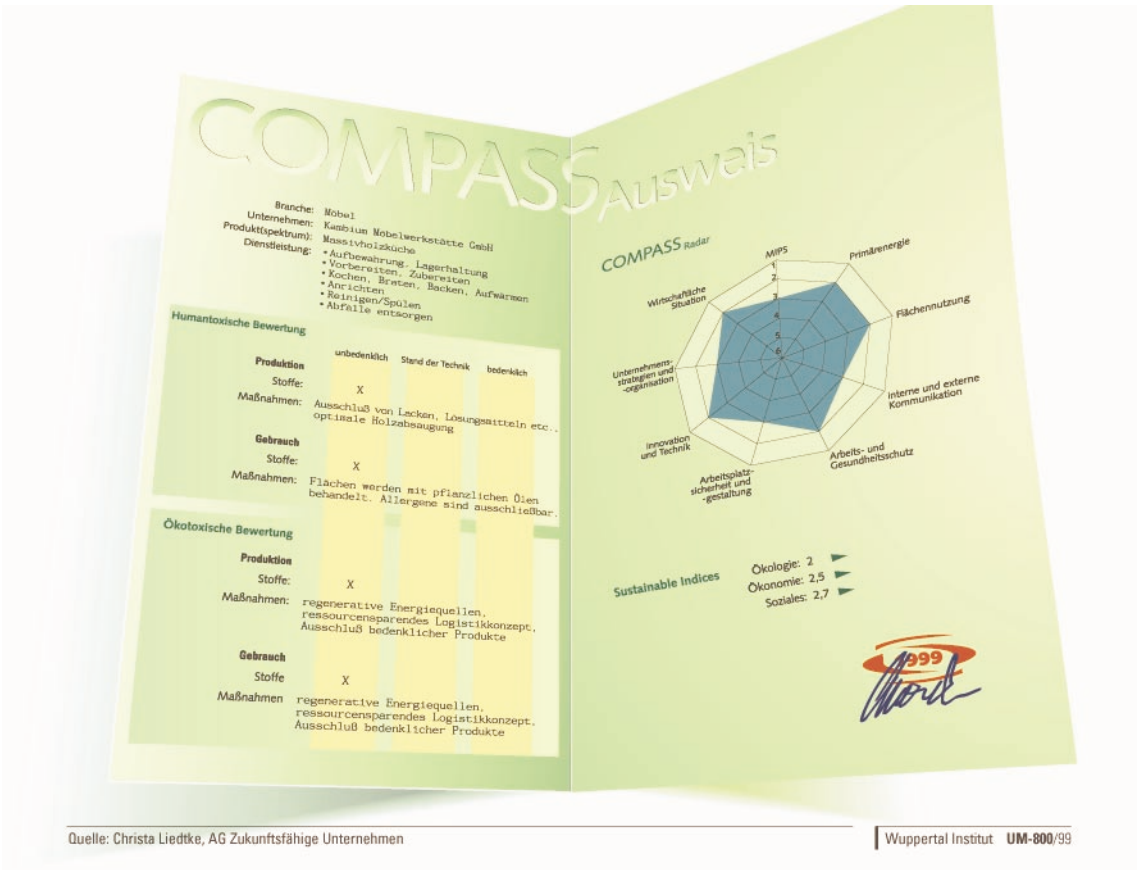


Abbildung 30: Beispielhafter $COMPASS_{ausweis}$ eines Unternehmens.

„ ... eine Villa im Grünen mit großer Terrasse, vorn die Ostsee, hinten die Friedrichstraße; mit schöner Aussicht, ländlich-mondän, vom Badezimmer aus ist die Zugspitze zu sehen – aber abends zum Kino hast du es nicht weit. Das Ganze schlicht und voller Bescheidenheit: Neun Zimmer, nein doch lieber zehn! Ein Dachgarten, wo die Eichen drauf stehn ...“

Quelle: Frei nach Tucholsky

6 Die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite

6.1 Einführung

Etwa 4 km vom Stadtzentrum Lübeck entfernt und mit sehr guter infrastruktureller Anbindung entsteht seit 1995 die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite auf einer ehemalig landwirtschaftlich genutzten Restfläche von ca. 4,9 ha mit 119 Wohneinheiten, bestehend aus 45 Reihenhäusern, 12 Doppelhäusern sowie einem Geschosswohnungsbau mit 62 Wohneinheiten und einem Gemeinschaftshaus.

Abbildung 31: Die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite wirbt im Rahmen der EXPO 2000.

Wie der Name bereits sagt, verspricht die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite einen wichtigen Beitrag für eine zukunftsfähige Entwicklung zu leisten. Sie ist somit ein geeigneter zentraler Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit. Dass der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite auch seitens der deutschen Förderinstitutionen eine große Bedeutung beigemessen wird, zeigt die folgende Liste beteiligter Förderer:

- *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*:
  - Förderungen der Betriebsgesellschaft infranova GmbH & Co. KG im Rahmen des Programms für Demonstrationsvorhaben der DtA (Deutsche Ausgleichsbank).

- *Deutsche Bundesstiftung Umwelt*:
  - Förderung durch Zuschuss zu den aus ökologischen Kriterien erhöhten Planungskosten.

Neben diesen Einzelförderungen erhielt das primär frei finanzierte Vorhaben darüber hinaus die ‚normalen' Zuschüsse von Seiten des Landes und der Kommune:

- *Bundesland Schleswig-Holstein*:
  - Förderung von 20 Bauherrenfamilien durch Zuschuss zu den aus ökologischen Kriterien erhöhten Herstellungskosten durch die Investitionsbank Schleswig-Holstein im Rahmen der Förderprogramme Niedrigenergiehausbauweise sowie Ressourcensparendes Bauen.
  - Förderung durch Einplanung eines Bauträgermaßnahmenkontingentes mit zinsbegünstigten Darlehen der Investitionsbank Schleswig-Holstein für den Enderwerber.
- *Hansestadt Lübeck*:
  - Auslobung und Durchführung des Wettbewerbes.
  - Ständige Unterstützung durch die beteiligten Bereiche Stadtplanung sowie Bauordnung und Liegenschaften.
  - Gemeinsame Präsentation der vier Lübecker EXPO Projekte unter anderem am ‚Lübeck Tag' im Deutschen Pavillon am 11.8.2000.

6.2 Die Handlungsfelder und Projektziele innerhalb des Vorhabens

Dass das Fachingenieurteam „in praxi" mehr als nur die ökologische Dimension in den Mittelpunkt ihrer Planung gestellt hat, wird deutlich, wenn man sich den Planungsunterlagen für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite zuwendet (Fleck et al. 1999). Neben den primär ökologischen Zielen der Reduzierung des Gesamtenergie- und -wasserbedarfs, der Verwendung regenerativer Energieformen, der Müllvermeidung etc. wird auch städtebaulichen und sozialen Aspekten ein hoher Stellenwert eingeräumt. Darüber hinaus bedingen das besondere Siedlungskonzept sowie das umfangreiche Projektvolumen eine finanzielle Planungsoptimierung. Somit sind viele Elemente des Leitbildes ‚Sustainable Development' integraler Bestandteil der Vorhabens, wobei der Schwerpunkt eindeutig in der ökologischen Optimierung herkömmlicher Siedlungskonzepte zu sehen ist.

Diese Tatsache wird in der nachfolgend aufgeführten Übersicht zu den ursprünglich benannten Handlungsfeldern und Projektzielen deutlich, die von Seiten der Planer mit der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite intendiert wurden:

Bereich Städtebau

- Wohnraum für ca. 350 Menschen in einem stadtökologisch wertvollen Umfeld mit weitgehend autarker Ver- und Entsorgungs-(Erschließungs-)struktur,
- ökologischer Landschaftsbezug,
- Vernetzung mit den angrenzenden Landschaftsräumen,
- weitgehend verkehrsfreies Wohnkonzept,
- formale Zusammengehörigkeit der Siedlung durch das städtebauliche und architektonische Konzept,
- naturnahe Anlage aller Grünflächen,
- naturnaher Erlebnisspielplatz und
- geringer Versiegelungsgrad.

Architektur

- Gebäudearchitektur,
- ökologische Bilanzierung der eingesetzten Baustoffe,
- flexible Wohnlösungen für individuelle Anforderungen und generationsübergreifendes Wohnen,
- seniorengerechte barrierefreie Wohnungen im Erdgeschoss des Wohnungsbaus sowie
- flächen- und volumen-optimierte Kubaturen und Dachausbildungen.

Energie

- Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs durch Optimierung des Wärmehaushaltes der einzelnen Häuser,
- aktive Solarenergienutzung in thermischen Solarkollektoranlagen mit ca. 250 m² Kollektorfläche und in Photovoltaikanlagen zur Erzeugung des Allgemeinstromes (Gemeinschaftshaus),
- vorrangiger Einsatz regenerativer Energieformen,
- Blockheizkraftwerk, wahlweise mit Erd- bzw. Biogas und
- passive Solarenergienutzung durch zonierte Grundrisse und Ausbildung thermischer Puffer- und Kollektorzonen.

Wasser/Abwasser

- Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs bei der Abwasserbehandlung,
- Trinkwassereinsparung,
- integration der offenen Regenwasserführung und
- siedlungseigenes Abwasserverwertungssystem, das auf der Separation der anfallenden unterschiedlich nährstoffbelasteten Wasserqualitäten basiert.

Abfall

- Separation der verschiedenen anfallenden Fraktionen und Zuführung in das kommunale duale System, Vorhaltung der hierfür notwendigen Behälter, Räumlichkeiten und Logistik,
- siedlungseigene Sammlung und Verwertung der organischen Abfälle aus Haushalten und Gärten in der Biogasanlage und
- echte stoffliche Verwertung.

Verkehr

- Zentrale gemeinschaftliche Stellplatzanlage in Form einer zweigeschossigen Parkpalette zur Flächenreduzierung,
- Angebot von Carsharing (STATTAUTO),
- Rücknahme des Lichtraumprofils in der privaten Erschließungsstraße und
- private Stellplätze innerhalb des Siedlungsraumes nur im Bereich der Doppelhäuser.

Soziale Aspekte

- Die mögliche Verbindung von Wohnen und Arbeit,
- Schaffung der Räumlichkeiten zur Förderung einer intensiven Kommunikations- und Veranstaltungskultur im Mehrzwecksaal des Gemeinschaftshauses und
- Begleitstudien zu den Entwicklungen des integrierten Energie- und Abwasserkonzeptes.

Sonstiges

- Facility Management zur Datenerfassung und Betriebsoptimierung,
- vielfältige Nutzungsmöglichkeiten des Gemeinschaftshauses (Versammlungsraum, Hausmeisterwohnung etc.),
- gewerbliche Nutzungsmöglichkeiten, Wohnarbeitsplätze (WA Gebiet),
- Vorhaltung der Kommunikationsinfrastruktur,
- Schaffung von Arbeitsplätzen und
- haustechnische Betreuung und Hausmeisterservice.

Ob die Planer der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite das Gros ihrer Ziele durchsetzen konnten und wenn nicht, warum dies nicht möglich war zeigt Kapitel 7. Vorab sollen aber die Erläuterungen der Entstehungsgeschichte der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite und die detaillierte Beschreibung des Hochbaus und des Abwasserkonzeptes den deskriptiven Teil abschließen.

6.3 Die Entstehung

Im Jahr 1995 wurde ein Grundstück auf dem Stadtgebiet von Lübeck in Verbindung mit einem Bauträgerwettbewerb ausgeschrieben. Die Entwürfe mussten ökologischen Kriterien folgen. Zu den einzelnen konzeptionellen Komponenten wie Energietechnik, Abwasser und Abfalltechnik bestanden zu diesem Zeitpunkt bereits ökologisch orientierte Vorschläge in unterschiedlichen Ingenieurbüros. Ziele dieser Konzepte waren das ressourcenschonende, energiesparende Bauen und die Kreislaufführung der Stoffströme.
Aus den folgenden Büros fand sich ein Fachingenieurteam zusammen, das bis heute an dem Projekt „Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite“ mitwirkt:

- Architektura, Elisabethstr. 24, 23511 Bad Schwartau,
- OtterWasser GmbH, Engelsgrube. 81, 23552 Lübeck,
- Ingenieurbüro Warnemünde, Triftstr. 63, 23554 Lübeck und
- Katja Reese Ingenieurbüro für Tiefbau, Lübeckerstr. 56, 23678 Krummesse.

Als Bauträger waren beteiligt:

- Trautsch-Bau GmbH & Co. KG (1996 - 1998) und
- Ingenieur Hoch- und Tiefbau GmbH (iht), Jahnstraße 7, 23936 Grevesmühlen (1998-2001).

Als Betreibergesellschaft fungiert:

- Infranova Bauentwicklungs GmbH + Co. KG , Flintenbreite 4, 23554 Lübeck.

Im Oktober 1996 wurden die Verträge mit den einzelnen Fachingenieuren und dem Bauträger geschlossen und die Bauplanung konnte beginnen. Im Sommer des folgenden Jahres wurde der Grundstückskaufvertrag abgeschlossen. Im Juli 1997 wurden eine Rot- sowie eine Weißbuche, die die Farben der Hansestadt Lübeck repräsentieren, als symbolische Grundsteinlegung gepflanzt. Durch den Konkurs des damaligen Bauträgers Trautsch konnte der bevorstehende Baubeginn nicht eingehalten werden. Zum Jahreswechsel war ein neuer Bauträger gefunden, der die bestehenden Planungen übernahm. Im Juli 1998 erfolgte die Registrierung als EXPO 2000-Projekt. Baubeginn war schließlich der 07. Mai 1999.
Bereits am 20. Juli 1996 beantragte der damalige Bauträger Trautsch-Bau GmbH & Co. KG die Förderung des Projektes „Ökologische Siedlungsplanung Paul-Gerhard-Straße in Lübeck“ durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU). Am 1. Oktober bewilligte die DBU im Programm

des Kuratoriums zur ökologisch orientierten Siedlungsplanung in der Kategorie Mehrfamilienhaus/Einfamilienhaus die beantragten Gelder. Laut der Bewilligungsauflage sollte der Schwerpunkt auf der Reduzierung des Energieverbrauches liegen. Der Jahres-Heizwärmebedarf sollte die geltende Wärmeschutzverordnung um rund 25 bis 30 % unterschreiten.

6.3.1 Die Bauleitplanung

Der Bebauungsplan für dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit mit dem Stadtplanungsamt der Hansestadt Lübeck entwickelt. Besonders die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Planungsbereiche, nämlich der Stadtplaner, der Garten- und Landschaftsarchitekten, der Architekten, der Haustechnikingenieure und der Fachplaner aus dem Bereich Siedlungswasserwirtschaft ist hierbei hervorzuheben, da sie bei allen Planungsgesprächen anwesend und an der Ausarbeitung beteiligt waren und die Umsetzung der definierten Zielsetzung maßgeblich ermöglichten. Somit wurden alle beteiligten Fachingenieure von Anfang an in die Projektentwicklung mit eingebunden. Die frühzeitige Berücksichtigung der Planungsbelange der Fachingenieure erforderte eine intensive Kommunikation. Durch diesen Aufwand sollte eine Berücksichtigung des besonderen Anspruchs gewährleistet und darüber hinaus das Ziel verfolgt werden, in erheblichem Umfang frühzeitig Baukosten zu reduzieren.

6.3.2 Die Lage des Grundstückes

Das Grundstück liegt mit einer Fläche von 4,9 ha an der nördlichen Stadtgrenze von Lübeck innerhalb eines Wohngebietes mit relativ dichter Bebauung und im Schnittpunkt der angrenzenden Kleinstädte Bad Schwartau und Stockelsdorf. Die Fläche ist eine ehemalig landwirtschaftlich genutzte Fläche, die nördlich von einer Kleingartenfläche begrenzt wird. Östlich und südlich schließt die Bebauung eine Lücke zu einer in den sechziger Jahren entwickelten Einfamilienhaussiedlung (Possehl Siedlung). Die Fläche war ehemals als Erweiterungsfläche der Gärtnereien des in der Nähe liegenden Waldfriedhofes Vorwerk geplant. Nachdem diese Erforderlichkeit nicht mehr gegeben war, wurde das Grundstück auch im Hinblick auf die sehr günstige Infrastruktur von der Stadt Lübeck ausgewählt für das Projekt. Westlich angrenzend befindet sich ein offenes Gewässer, der Landgraben, der eine historische Stadtgrenze Lübecks zu Stockelsdorf darstellt. Der Landgraben wurde in den letzten Jahren in umfangreichen Vorhaben größtenteils entrohrt und renaturiert. Zusammen mit dem Landgraben und seinen Niederungen ist der westliche unbebaute Teil des Grundstückes Teil eines Naturerlebnisraumes, der zur Zeit von der Stadt ausgewiesen und entsprechend aufgewertet wird.

6.3.3 Die Vernetzung mit dem Landschaftsraum

Ein entscheidendes Kriterium für die Vernetzung mit dem Landschaftsraum stellt die Anordnung der Bebauung dar. Sie soll die Geschlossenheit der Siedlung dokumentieren, funktionell sein und dennoch als Vernetzung mit dem Landschaftsraum ablesbar sein.

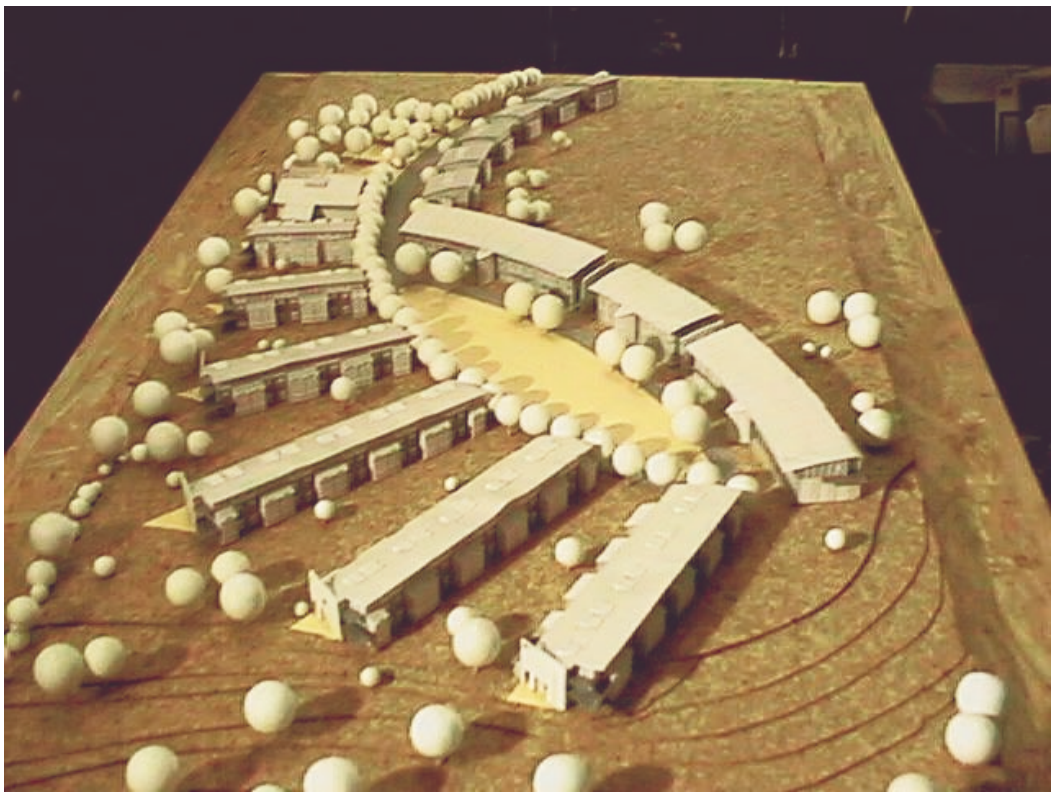


Abbildung 32: Das Siedlungsgebiet im Modell.

Das Erscheinungsbild des elliptischen zentralen Platzes ist der in vielen Dorf- und Siedlungslagen typische Anger. Diese sparsam möblierte und nur wenig bepflanzte Fläche ist auch als multifunktionale Fläche für zahlreiche soziale und kommunikative Aspekte gemeinschaftlichen Wohnens gedacht. Gleichzeitig übernimmt die Fläche Funktionen aus dem Konzept der Regenwasserbehandlung (Mulden/Versickerungsstrecken).

Durch die radiale Anordnung der Ost-West ausgerichteten Reihenhauszeilen werden nach außen immer größer werdenden Gartenflächen erzielt und eine Vernetzung mit dem angrenzenden Landschaftraum möglich. Vorhandene ursprüngliche Strukturen wie der nördlich angrenzende Geländesprung werden einbezogen, teilweise wiederhergestellt und mit Komponenten des Grünkonzeptes (z. B. Pflanzenkläranlagen, Naturerlebnisspielplatz, Streuobstwiese, Solitärbäume) ergänzt. Alle für die Bauleitplanung erforderlichen Ausgleichsflächen im Sinne des Grünordnungsplanes werden auf dem Grundstück selbst ausgewiesen.

Südlich an den Anger angrenzend bildet die geplante Wohnungsbebauung blockrandähnlich den räumlichen Abschluss der Siedlung und es werden auf der Südseite Mietergärten von hoher Qualität ermöglicht.

6.3.4 Das Flächen- und Bodenmanagement

Die nachfolgende Auflistung gibt eine Gesamtübersicht der genutzten Flächen und der Nutzungsarten:

- Die Bauweise der einzelnen Reihen- und Doppelhäuser und des Gemeinschaftshauses ist dreigeschossig. Der Wohnungsbau wird dreigeschossig errichtet.
- Die Gesamtfläche des B-Planes beträgt ca. 4,9 ha. Davon sind rd. 1,3 ha Ausgleichsflächen, die grünplanerisch geordnet und aufgewertet werden.
- Die bebaute Fläche beträgt 19.977 m² zzgl. der öffentlichen Verkehrsflächen.

- Ca. 1.723 m² werden als Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserklärung angelegt.
- Die Größe der einzelnen Gartengrundstücke beträgt 150 bis 660 m².
- Die Grundflächenzahl (GRZ) in Bezug auf die Gesamtfläche beträgt 0,41.
- Die GRZ in Bezug auf die für Bebauung vorgesehenen Flächen beträgt 0,56.
- Auf allen gepflasterten Flächen wird offenfugiges Ziegel- und Granitpflaster mit entsprechend geringem Versiegelungsgrad eingesetzt.
- Die Profilbreiten der Erschließungsstraße sind auf das erforderliche Minimum begrenzt. Die Bedeckung der Straße ist Asphalt.
- Die an das Grundstück angrenzenden Fußwege (Wanderweg/Zuwegung zu den Kleingärten) werden als wassergebundene Flächen hergestellt.

Die Architektur der Reihen- und Doppelhäuser ist so ausgelegt, dass eine Unterkellerung und damit verbundener Erdaushub nicht erforderlich sind. Die Tragfähigkeit und Versickerungsfähigkeit aller Böden ist ausreichend gut und erfordert keine verbessernden Maßnahmen. Die Bodenbewegungen werden somit auf ein Minimum begrenzt. Alle anfallenden Böden werden auf dem Grundstück selbst verwertet. Besondere Vorkehrungen werden für die Zwischenlagerung der Oberböden und Humusschichten getroffen.

6.4 Der Hochbau

Auf dem ca. 4,9 ha großen Areal, das sich in 2,75 ha Bebauung und 2,17 ha Grün- und Wasseranlagen aufteilt, sollen insgesamt 112 Wohneinheiten (WE) unterschiedlicher Größe für rund 350 Menschen entstehen. Die 112 WE teilen sich in zwölf Doppelhaushälften, 45 Reihenhäuser sowie 55 Eigentums- und Mietwohnungen auf. Zusätzlich wird ein Gemeinschaftshaus errichtet (vgl. Abbildung 33). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Mai 2002) sind 12 Doppelhäuser, 14 Reihenhäuser sowie das Gemeinschaftshaus fertiggestellt und werden bereits bewohnt. Das geschätzte Investitionsvolumen beläuft sich auf ca. 38 Mio. DM von denen ca. 8,8 Mio. DM auf die Erschließung und Technik (Grundstückskauf, technische Anlagen, Straße, Außenanlagen etc.) entfallen.

Der ehemalige Bauträger Trautsch beschrieb das Projekt wie folgt: „Die Konzeption sieht eine in sich geschlossene, behutsame Stadtteilentwicklung mit einer naturnahen Bebauung vor, die eine Vernetzung der Bauwerke mit dem angrenzenden Landschaftsraum mit sich bringt. Alle Häuser werden unter dem Gesichtspunkt des umweltverträglichen Bauens mit wohngesunden Baustoffen im Rahmen der Kostengrenzen des öffentlich geförderten Wohnungsbaus erstellt. Damit soll zukunftsorientiertes Bauen einer großen Gruppe von Erwerbern zugänglich gemacht werden. Neben der Verwendung wohngesunder Baustoffe wird besonderer Wert auf einen vernünftigen Schallschutz gelegt, der maßgeblich, insbesondere bei der vorliegenden verdichteten Bebauung, für das ‚Wohlfühlen' im eigenen Haus verantwortlich ist." [94]

Um eine objektive Einschätzung der Zukunftsfähigkeit des Hochbaus zu gewährleisten, werden in einem ersten Schritt die einzelnen Gebäude detailliert beschrieben. In den anschließenden Schritten sollen die Bauphysik und die Wirtschaftlichkeit eingehend betrachtet werden. Innerhalb dieses Kapitels werden auch Teilbereiche der Abwasser- und der Energietechnik erfasst, da sie direkten Einfluss auf die Architektur der Häuser hatten.

[94] Dieses Zitat entstammt einer Informationsbroschüre zur Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite.

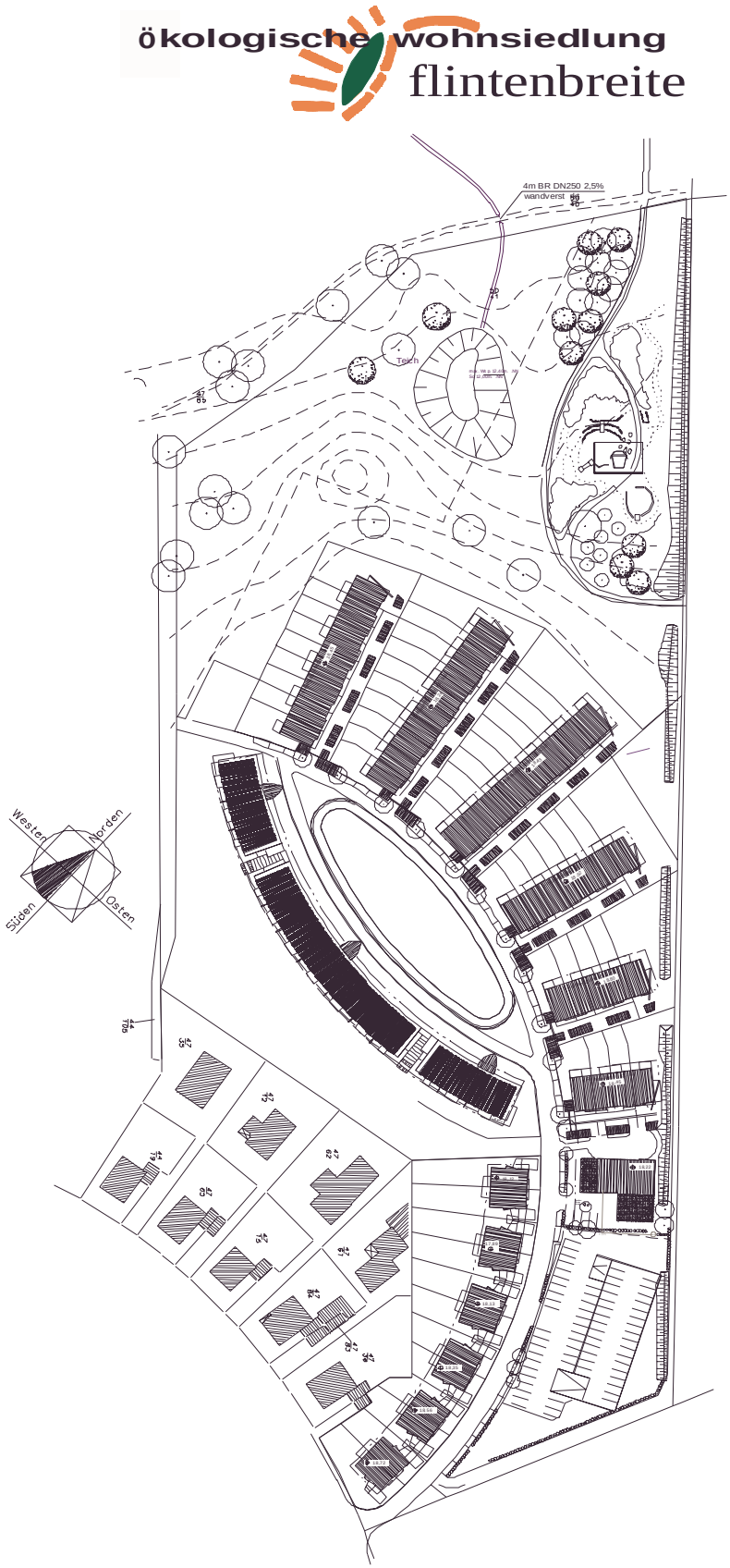


Abbildung 33: Schematische Darstellung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite (OtterWasser 2001).

Ganz allgemein lautet eine Maxime der Planer, dass für den Hausbau nur solche Baustoffe zum Einsatz kommen, die nach dem heutigen Stand der Technik in der Verarbeitung sowie in der späteren Nutzung als unbedenklich eingestuft werden. Alle Fenster haben Holzrahmen mit Isolierverglasung. Als Fußbodenbeläge werden Holz, Fliesen oder Linoleum angeboten. Die eingesetzten Hölzer sollen überwiegend aus der heimischen oder regionalen Forstwirtschaft geliefert werden. Als Beispiel sei nur angefügt, dass alle Geschosstreppen von einem Treppenhersteller ausgeführt wurden, der sein Holz aus einem Forstbetrieb bezieht, der ausschließlich nach den Forest Stewardship Council-Richtlinien[95] zertifiziertes Holz herstellt. Auch in der technischen Gebäudeausführung wird besonderer Wert auf die Verwendung umweltverträglicher und recycelbarer Materialien gelegt. Die Elektroinstallationen werden aus halogenfreien Kunststoffen hergestellt. Trinkwasserleitungen werden auf Grund der möglichen Auswaschungen von Metallen komplett als Kunststoffsysteme verlegt. Gleichermaßen kamen für die Fußbodenheizung Heizungsleitungen aus Polyethylen (PE) zum Einsatz. Auf die Verwendung von Abwasserleitungen aus Polyvinylchlorid (PVC) wird vollständig verzichtet, statt dessen werden Polypropylen-Leitungen (PP) für die Grauwasserableitung[96] und Polyethylen-Leitungen für die Schwarzwasserableitung verlegt.

6.4.1 Die Doppelhäuser

Bei den sechs Doppelhäusern[97], die am Anfang der Erschließungsstraße liegen, handelt es sich um zweischalige, monolithische Massivbauten aus Porenbeton (EG/OG) und Porenbetondämmplatten, mit jeweils 125 m^2 DIN-Wohnfläche. Hinzu können je nach individueller Vorstellung im Dachgeschoss des Hauses bis zu 32 m^2 weitere DIN-Wohnfläche ausgebaut werden. Die große Nutzbarkeit des Dachgeschosses ergibt sich aus dem tonnenförmigen Pultdach. Das zweigeschossige, nicht unterkellerte Gebäude weist eine Gebäudenutzfläche nach der Wärmeschutzverordnung (WSchV) von 342,06 m^2 auf. Die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes beträgt 641,97 m^2 und weist ein beheiztes Bauwerksvolumen von 1068,95 m^3 auf. Die Firsthöhe beträgt 9,15 m. Der First des Aluminiumtonnendaches verläuft in Ost/West-Richtung. Der Fensteranteil an der Fassade liegt bei 19,14%. Der errechnete A/V-Wert beträgt 0,6 1/m. Alle Häuser verfügen über zweigeschossige Wintergärten an der Gebäuderückseite.

[95] Der FSC hat in einer internationalen Rahmenrichtlinie 10 Prinzipien und 56 Kriterien formuliert, welche die Säulen einer umweltgerechten, sozialverträglichen und wirtschaftlich tragfähigen Waldbehandlung darstellen. Nach den deutschen FSC-Richtlinien sind Kahlschläge und Chemieeinsatz grundsätzlich ausgeschlossen. Leitbild der angestrebten Wirtschaftswälder sind naturnahe Waldökosysteme. Über integrierte Sozialstandards werden darüber hinaus lokale Interessen berücksichtigt, ein hoher Ausbildungs- und Sicherheitsstandard geprüft und Arbeitnehmer möglichst ganzjährig beschäftigt (vgl. http://www.fsc-deutschland.de/).

[96] Die Abwässer der privaten Haushalte lassen sich in verschiedene Teilströme mit unterschiedlichen Stofffrachten einteilen. Als Grauwasser werden Abwässer vom Baden, Duschen, Waschen, Putzen bezeichnet. Braunwasser sind Faeces mit Toilettenspülwasser. Das Gelbwasser setzt sich aus Urin mit Toilettenspülwasser zusammen und als Schwarzwasser wird die gemeinsame Erfassung von Braun- und Gelbwasser bezeichnet.

[97] Die nachfolgend genannten Kennwerte beziehen sich immer auf das gesamte Doppelhaus.

Abbildung 34: Foto der Doppelhäuser (OtterWasser).

Bei dem Gebäude auf der Abbildung 34handelt es sich um einen Neubau, der sowohl zu Baubeginn der gültigen Wärmeschutzverordnung (WSchV) aus dem Jahr 1995 entsprach als auch der seit dem 1. Februar 2002 gültigen Energieeinsparverordnung (EnEV) entspricht. In Tabelle 11 werden die relevanten Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Gebäudeteile dargestellt. Der gemäß WSchV 1995 errechnete Jahresheizwärmebedarf beträgt 14,92 kWh je Kubikmeter beheiztes Bauwerksvolumen und liegt damit etwa 39% unter dem maximal zulässigen Wert der WSchV. Bezogen auf die Wohnfläche ergibt sich ein spezifischer Jahresheizwärmebedarf von 47 kWh/m^2.

Tabelle 11: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile der Doppelhäuser

Gebäudeteil		Wärmedurchgangskoeffizient
Außenwand		0,229 W/m^{2}K
Fenster	U-Wert	Verglasung: 1,6 W/m^{2}K Fenster: 1,6 W/m^{2}K Rahmen: Ost/West: 2,0 W/m^{2}K
	U_{eq}-Wert	Nord: 1,059 W/m^{2}K Ost/West: 0,660 W/m^{2}K Süd: 0,232 W/m^{2}K
	g-Wert	0,570
Sohlplatte im EG		0,321 W/m^{2}K
Dach		0,163 W/m^{2}K

(Tabelle nach Angaben von Architektura)

6.4.2 Die Reihenhäuser

Am nördlichen Rand des Siedlungsangers werden sechs Reihenhauszeilen mit 9, 10, 10, 7, 5 und 4 Wohneinheiten errichtet (vgl. Abbildung 33). Die Reihenhäuser gliedern sich in drei Typen:

1. Reihenendhaus Süd (mit der Giebelseite nach Süden und zum Anger gelegen).
2. Reihenmittelhäuser (mit den Firstseiten nach Westen gelegen).
3. Reihenendhäuser Nord (mit der Giebelseite nach Nordwesten gelegen).

Auch bei den Reihenhäusern handelt es sich um Massivbauten mit einem zweischaligen, monolithischen Mauerwerksaufbau aus Porenbeton und einer Porenbetondämmplatte.

Die DIN-Wohnfläche beträgt 115 bis 125 m^2. Auch hier kann das Dachgeschoss bei Bedarf ausgebaut werden. Das zweigeschossige, nicht unterkellerte Gebäude hat eine Gebäudenutzfläche[98] von 158,5 m^2. Die wärmeübertragende Umfassungsfläche beträgt, je nach Länge des Gebäudes, 247,8 m^2 und weist ein beheiztes Bauwerksvolumen von 495,3 m^3 auf. Die Firsthöhe beträgt 9,15 m, wobei der First des Aluminiumtonnendaches in Nord/Süd-Richtung verläuft. Der Fensteranteil an der Fassade liegt bei 35,25% und der A/V-Wert beträgt 0,5 1/m. Auch die Reihenhäuser verfügen über einen zweigeschossigen Wintergarten.

Abbildung 35: Rückwärtige Ansicht der Reihenhäuser (OtterWasser).

Auch bei den Reihenhäusern handelt es sich um Neubauten, welche der zu Baubeginn gültigen WSchV 1995 sowie den Anforderungen der EnEV entspricht. Der Jahresheizwärmebedarf liegt je nach Gebäudetyp gemäß WSchV 1995 bei 13,6 kWh je Kubikmeter Bauwerksvolumen und liegt damit etwa 39,5% unter dem maximal zulässigen Wert. Bezogen auf die Wohnfläche ergibt sich ein spezifischer Jahresheizwärmebedarf von 48 bis 52 kWh/m^2.

Tabelle 12: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile der Reihenhäuser

Gebäudeteil		Wärmedurchgangskoeffizient
Außenwand		0,229 W/m^2K
Fenster	U-Wert	Verglasung: 1,6 W/m^2K Fenster: 1,6 W/m^2K Rahmen: Ost/West: 2,0 W/m^2K
	U_{eq}-Wert	Nord: 1,059 W/m^2K Ost/West: 0,660 W/m^2K Süd: 0,232 W/m^2K
	g-Wert	0,570
Sohlplatte im EG		0,321 W/m^2K
Dach		0,163 W/m^2K

(Tabelle nach Angaben von Architektura)

[98] Die nachfolgend aufgeführten Angaben beziehen sich auf ein Reihenhaus, wobei die Werte gemittelte Angaben für eine Reihenhausanlage mit 10 Wohneinheiten darstellen.

Tabelle 13 fasst die Gebäudecharakteristika der Reihen- und der Doppelhäuser noch einmal in einer Übersicht zusammen.

Tabelle 13: Gebäudecharakteristika der Reihen- und der Doppelhäuser

	Exemplarisches Reihenhaus	Doppelhaus
Energiebezugsfläche	158,5 m^2	342,06 m^2
Heizwärmebedarf	50 kWh/m^2a	47 kWh/m^2a
Außenwand EG und OG	Porenbetonsteine d: 17,5 cm mit Mineralfaser-Außendämmung d: 20 cm	
Außenwand DG	Wand in Holztafelbauweise mit 1,25 cm Gipskartonplatten; 6 cm Dämmung der Installationsebene; 1,2 cm OSB-Platte; 20 cm Dämmung im Ständerwerk und einer 1,6 cm DWD-Platte; U-Wert im Mittel: 0,167 W/m^2K	
Fenster	Zweischeibenisolierglas, Holzrahmen, U-Wert: 1,6 W/m^2K; g-Wert: 0,57	
Dach	Aluminiumtonnendach	
Sohlplatte im EG	7 cm Zementestrich; 3,5 cm Trittschalldämmung mit 8 cm PS-Hartschaum und 0,3 cm Abklebung; U-Wert: 0,18 W/m^2K	
Haustechnik	Gebäude mit normalen Innentemperaturen mit einer lichten Raumhöhe von 2,50 m. Die Lüftungsanlage ist mechanisch betrieben, verfügt über eine Wärmerückgewinnung ohne Wärmepumpe	

(Tabelle nach Angaben von Architektura)

6.4.3 Das Gemeinschaftshaus

Bei dem am Eingang der Siedlung ins Auge fallenden freistehenden Betriebsgebäude bzw. Gemeinschaftshaus handelt es sich ebenfalls um einen Massivbau aus einschaligem Porenbetonmauerwerk mit jeweils 450 m^2 Wohn- und Nutzfläche. Neben den technisch erforderlichen Flächen für die Wärmeversorgung, für das BHKW, den Kessel, die Speicheranlagen sowie die Vakuum- und Biogastechnik, sind im Erdgeschoss Büros der Verwaltung, behindertengerechte Sanitärräume und ein zentraler ca. 100 m^2 großer Veranstaltungsraum vorhanden. Rechnet man die Biogasanlage nicht hinzu so besitzt das zweigeschossige, unterkellerte Gebäude eine Grundfläche von 287,12 m^2. Die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes beträgt 1103,26 m^2 und weist ein beheiztes Bauwerksvolumen von 2003,48 m^3 auf. Die Firsthöhe beträgt 9,54 m wobei der First des Aluminiumtonnendaches in Nord-Ost/Süd-West-Richtung verläuft. Der Fensteranteil an der Fassade liegt bei 28,77%; mit einem errechneten A/V-Wert von 0,55 1/m.

Abbildung 36: Foto des Gemeinschaftshauses (OtterWasser).

Auch dieses Gebäude unterschreitet die Richtwerte der WSchV 1995 sowie der gültigen EnEV. Der Jahresheizwärmebedarf errechnet sich gemäß WSchV 1995 auf 16,67 kWh pro Kubikmeter und liegt damit etwa 29,40% unter dem maximal zulässigen Wert. Bezogen auf die Wohnfläche ergibt sich ein spezifischer Jahresheizwärmebedarf von 50 kWh/m^2.

Tabelle 14: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile des Gemeinschaftshauses

Gebäudeteil		Wärmedurchgangskoeffizient
Außenwand		0,226 W/m^2K
Fenster	U-Wert	Verglasung: 1,6 W/m^2K Fenster: 1,6 W/m^2K Rahmen: Ost/West: 2,0 W/m^2K
	U_{eq}-Wert	Nord: 1,059 W/m^2K Ost/West: 0,660 W/m^2K Süd: 0,232 W/m^2K
	g-Wert	0,570
Dach		0,215 W/m^2K

(Tabelle nach Angaben von Architektura)

6.4.4 Der Geschosswohnungsbau

Der Bau der Geschosswohnungsbauten wurde bis zur Fertigstellung der vorliegenden Arbeit nicht begonnen. Da er jedoch fester Bestandteil des Gesamtkonzeptes ist, wird er nachfolgend in Kürze skizziert.

Errichtet werden sollen zwei Gebäude mit je zwölf Wohnungen und ein Gebäude mit 31 Wohnungen am südlichen Rand des Siedlungsangers. Sie werden ausschließlich Nord-Süd ausgerichtet sein und alle Wohnungen werden über einen vollständig höhenverglasten Laubengang erschlossen. Zusätzlicher Wert soll im Bereich der Mehrfamilienhäuser auf barrierefreies Wohnen gelegt werden. Jedes Haus wird mit einem zentral gelegenen und rollstuhlgeeigneten Aufzug versehen. Die Wohnungen können barrierefrei ausgebaut werden. Sie werden alle unterschiedlich große Balkone mit Südausrichtung und Wintergärten bekommen.

Die im 2. Obergeschoss liegenden Wohnungen werden zum großen Teil als Maisonetten mit Dachterrassen geplant.

Bei dem Geschosswohnungsbau handelt es sich um 55 Wohneinheiten, mit jeweils 58 - 147 m^2 DIN-Wohnfläche. Das viergeschossige, nicht teilunterkellerte Gebäude wird eine Gebäudenutzfläche von 1113,87 m^2 haben. Die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes wird 1573,25 m^2 betragen und ein beheiztes Bauwerksvolumen von 3480,84 m^3 aufweisen. Der First des Aluminiumtonnendaches wird in Ost/West-Richtung verlaufen. Die Firsthöhe beträgt 11,70 m. Der Fensteranteil an der Fassade liegt bei 25% mit einem A/V-Wert von 0,45 1/m.

Abbildung 37: Schematische Darstellung des Geschosswohnungsbaus (Architektura).

Bei dem Gebäude handelt es sich um einen Neubau, der der WSchV 1995 sowie der gültigen EnEV entspricht. Der gemäß WSchV 1995 errechnete Jahresheizwärmebedarf beträgt 20,95 kWh pro Kubikmeter und liegt damit etwa 41% unter dem maximal zulässigen Wert. Bezogen auf die Wohnfläche ergibt sich ein spezifischer Jahresheizwärmebedarf von 38 kWh/m^2.

Tabelle 15: Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudeteile des Geschosswohnungsbaus

Gebäudeteil		Wärmedurchgangskoeffizient
Außenwand		0,229 W/m^2K
Fenster	U-Wert	Verglasung: 1,6 W/m^2K Fenster: 1,6 W/m^2K Rahmen: Ost/West: 2,0 W/m^2K
	U_{eq}-Wert	Nord: 1,059 W/m^2K Ost/West: 0,660 W/m^2K Süd: 0,232 W/m^2K
	g-Wert	0,570
Sohlplatte im EG		0,321 W/m^2K
Dach		0,163 W/m^2K

(Tabelle nach Angaben von Architektura)

6.5 Das Energiekonzept

Die Konzeptionierung der energetischen Versorgungsanlagen der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite verfolgte primär das Ziel der Einsparung und effizienten Nutzung von Primärenergie sowie der Entlastung der Atmosphäre von klimawirksamen Gasen wie CO_2. Zur Umsetzung dieser Ziele wählten die Planer eine gemeinschaftlich genutzte Zentralanlage als die geeigneteste Variante. In ihren Ausführungen vereint sie ein effiziente und regenerative Energieerzeugung gleichermaßen. Eine entsprechend optimierte Planung zur Warmwasserbereitung und -verteilung, Wärme- und Elektrizitätsverteilung soll darüber hinaus Netzverluste reduzieren.

Die zu erbringende Leistung wird durch eine modular aufgebaute Energiezentrale erzeugt, die der sukzessiven Bebauung entgegen kommt. Als Haupterzeuger für Wärme kommt ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW) zum Einsatz.

6.5.1 Das Blockheizkraftwerk

Ein BHKW ist ein stationärer Verbrennungsmotor, der einen Generator zur Stromerzeugung antreibt und die dabei entstehende Abwärme zu Heizzwecken nutzt. Durch die Nutzung der Abwärme erhöht sich die Brennstoffnutzung auf ca. 97% (= Wirkungsgrad). Um einerseits die Versorgungssicherheit und andererseits einen rationellen Betrieb zu gewährleisten, wird das BHKW im Parallelbetrieb zum elektrischen Netz der Stadtwerke Lübeck betrieben. Somit wird es möglich, zusätzlich benötigten Strom von den Stadtwerken zu beziehen und Überschüsse in gegen eine Kostenvergütung einzuspeisen. In dieser Betriebsweise soll das BHKW bis zu 60% des Strombedarfs und bis zu 50% des Heizenergiebedarfs decken.

Das Blockheizkraftwerk ist für eine bivalente Betriebsweise mit Erd- und Biogas ausgelegt. Es soll sowohl die anfallende Biogasmenge, die durch die Behandlung der Stofffraktionen Schwarzwasser und Bioabfall entsteht (vgl. Kapitel 6.6), vollständig verwerten als auch sicherstellen, dass die anfallende Wärme im Sommer zur Abdeckung der Grundlast für die Warmwasserbereitung abgenommen werden kann.

Das BHKW-Modul hat eine elektrische Leistung von 25 kW_{el} und eine thermische Leistung von 52 kW_{th}. Damit beträgt der Deckungsanteil der Wärmeleistung ca. 7,5% und der Jahresenergie ca. 36%. Eine durchgeführte Anlagensimulation zur Abschätzung der entstehenden Energiekosten ergab eine jährliche Betriebstundenzahl von ca. 7600 h, so dass von einem wirtschaftlichen Betrieb der BHKW-Anlage ausgegangen wird.

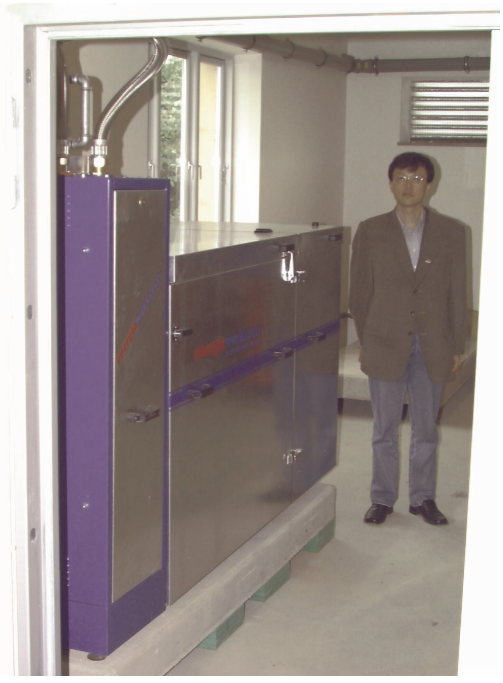


Abbildung 38: Das Blockheizkraftwerk.

6.5.2 Die Kesselanlage

Die Mittel- und Spitzenlast der für Heizzwecke notwendigen Energie wird durch eine Kaskadenanlage zweier modulierender Gas-Brennwertkessel (jeweils ca. 300 kW) bereitgestellt. Durch die Nutzung der im Abgas enthaltenen Kondensationsenergie liegt der Wirkungsgrad gegenüber Niedertemperaturkesseln um ca. 15% höher.

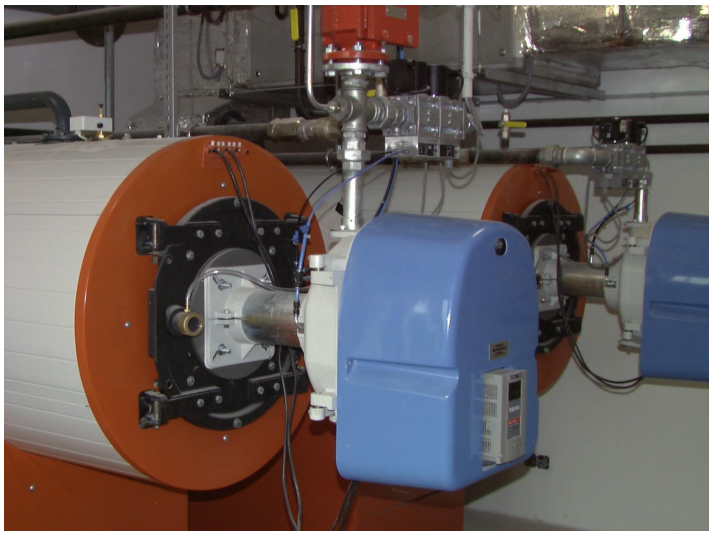


Abbildung 39: Die Gasbrennwertkessel (OtterWasser).

Die Zusammenschaltung zu einer intelligenten, vollmodulierenden Kesselfolgeschaltung führt zu einer erheblichen Erweiterung des Betriebsbereiches. Durch eine Zentralsteuerung werden die Kessel immer in ihrem optimalen Arbeitsbereich betrieben. Es ergibt sich eine exakte Anpassung an den Wärmebedarf der Gebäude. Dadurch werden lange Brennerlaufzeiten erzielt, so dass die bei jedem Brennerstart unvermeidlichen Anfahremissionen auf ein Minimum reduziert werden.

Die Brennwertkessel sollen als gleichwertige Aggregate, d.h. zwei Aggregate gleicher Leistung, ausgeführt werden. Der Vorteil dieser Anordnung besteht in einer erhöhten Versorgungssicherheit, z.B.bei Ausfall oder Revision eines Kessels.

6.5.3 Die Solaranlage

Ein grundsätzlich noch höheres ökologisches Ziel als die effizienteste Energiebereitstellung aus fossilen Energieträgern ist die Nutzung natürlicher Energien wie Wind, Sonne oder Wasserkraft.

Für die Anwendung zu Heizzwecken ist allgemein lediglich die Sonnenenergie wirtschaftlich effizient, als passives System (baulich-konstruktive Maßnahmen) sowie als aktives System (solare Umwandlung in thermische Energie). Aktive Solarsysteme sind vorwiegend im Niedertemperaturbereich einzusetzen (30°-60°), d.h. vorwiegend als Heizsystem Fußbodenheizung und zur Warmwasserbereitung.

Die Warmwasserbereitstellung erfolgt in Standspeichern, dezentral versorgt mittels Nahwärmeunterstationen, denen die Energie über das Nahwärmenetz zugeleitet wird. In den Reihenhäusern und im Mehrfamilienhaus wird die Warmwasserbereitung durch lokale Solaranlagen unterstützt.

6.5.3.1 Wahl der Solarkollektoren

Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten steht nur eine begrenzte Anordnungsfläche für aktive Solarnutzung zur Verfügung.

Einerseits wird die Leistungsfähigkeit der Solaranlage im entscheidenden Maße durch das bereitzustellende Temperaturniveau, durch die Wassermengen und den zeitlichen Anfall charakterisiert (solarer Deckungsanteil), andererseits durch die definierten Aufstellbedingungen. Verglichen werden müssen weiter die spezifischen Wärmeentstehungskosten verschiedener Kollektorbauweisen (Wirtschaftlichkeit).

Die technische Optimierung soll, bei vertretbaren Kosten, durch den Einsatz leistungsstarker Flachkollektoren optimal genutzt werden.

6.5.3.2 Solar-Anlagendimensionierung

Das Ziel, die regenerative Sonnenenergie in hohem Maße zu nutzen, wird durch die zur Verfügung stehende Anordnungsfläche begrenzt. Verfügbar sind:

- die Dachflächen oberhalb der Wintergärten der Mehrfamilienhäuser sowie
- die Dachflächen der ‚Technikschuppen' vor den 6 Reihenhäusern.

Eine weitere Begrenzung der Anlagengröße ergibt sich projektspezifisch durch die gleichzeitige Anwendung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Um wie bereits erwähnt, einen wirtschaftlichen Betrieb des BHKW zu realisieren, sollte eine Mindestlaufleistung von etwa 6000 h/a gewährleistet werden.

Setzt man diese zwei Kriterien zur Dimensionierung an, so muss wie folgt vorgegangen werden:

Auszugehen ist vom Betriebszustand im Sommer, da hier der Wärmebedarf fast ausschließlich durch die Trinkwasserbereitung entsteht und somit am geringsten liegt. Auf ist Energiemenge ist daher die Gesamtleistung von Solar- und BHKW-Anlage abzustimmen.

Mittels einer Betriebssimulation der Solaranlage lässt sich festlegen, welche Energiebeträge durch Solarthermie bereitgestellt werden können. Als mittlere Jahresenergiemenge wurden ca. 600 kWh/m² ermittelt. Die Energiemenge lässt sich anteilig auf Tage und Monate verteilen. Simuliert man gleichzeitig den Betrieb des BHKW, so erweist sich eine Anlagengröße von 150 m² Solarkollektoren als sinnvoll. Davon werden ca. 120 m² auf das Mehrfamilienhaus und 30 m² auf den Dächern der ‚Technikschuppen' vor den Reihenhäusern angeordnet. Hier muss grundsätzlich unterschieden werden zwischen der Anbindung von der Großsolaranlage auf dem Mehrfamilienhaus und den kleineren Anlagen auf den Reihenhäusern.

6.5.3.3 Anbindung der Reihenhäuser

Hierbei handelt es sich um lokale Anlagen, die die (Warm-)Trinkwasserbereitung der Reihenhäuser unterstützen sollen. Auf Grund der geringen zur Verfügung stehenden Fläche wird lediglich ein Teil von bis zu 50 % durch die Solarthermie bereitgestellt.

Die hydraulische Einbindung ist daher auch hier lokal mittels Wärmetauscher vorgesehen, so dass die Solarwärme direkt in den Trinkwasserspeicher eingebracht wird. Ein separater Solarspeicher entfällt.

6.5.3.4 Anbindung des Mehrfamilienhauses

Die Solaranlage des Mehrfamilienhauses muss auf Grund ihrer Größe über einen separaten Solarspeicher an die Anlage angeschlossen werden. Dieser ist auch erforderlich, um gewonnene Solarenergie in das Nahwärmenetz einspeisen zu können.

Das auf mehrere kleine Speicher aufgeteilte Speichervolumen wird insgesamt ca. 8 m³ betragen. Die Speicher werden über Umschaltventile an das Nahwärmenetz angeschlossen. Die Solarenergie kann somit zur Warmwasserbereitung im Mehrfamilienhaus oder zur Versorgung anderer Verbraucher über das Netz genutzt werden.

Eine Photovoltaik-Anlage, die auf dem Dach der zweigeschossigen Parkpalette (vgl. S. 150) aufgeständert werden soll und später auch für den Geschosswohnungsbau vorgesehen ist, wandelt Sonnenenergie in elektrische Energie um, die ebenfalls in der Siedlung genutzt oder an die Stadtwerke verkauft werden kann. Die momentane Vertragsstruktur erlaubt keine direkte Nutzung, sondern schreibt die Einspeisung in das öffentliche Netz vor und wird entsprechend der für 20 Jahre garantierten Energieeinspeisevergütung mit 48,1 Cent pro Kilowattstunde vergolten.

6.5.4 Die Wärmebedarfsermittlung

Da das Bauvorhaben Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite in Niedrigenergiebauweise (ausführlichere Darstellung in Kapitel 6.4) realisiert wird, bei der alle Häuser aus Porenbetonmauerwerk mit Kerndämmung sowie unterschiedlichen Sichtfassaden

(Verblendmauerwerk, Holzverschalung, Putz) errichtet werden, liegt der Heizwärmebedarf der Gebäude mit einem gemittelten Jahres-Heizwärmebedarf von 15 kWh/m³a (typenbedingt variierend zwischen 14,4 und 15,5 kWh/m³a) teilweise 33% unterhalb des in der WSchV 1995 angegebenen Maximums von 22,5 kWh/m³a.

Der Heizungswärmebedarf der verschiedenen Bautypen stellt sich wie folgt dar:

Tabelle 16: Heizwärmebedarf verschiedener Bautypen

Bautyp	Reihenhaus	Eigentumswohnung (Geschosswohnungsbau)	Doppelhaushälfte
Wärmebedarf [W/m²]	23	23	29

Daraus ergibt sich der nachstehende spezifische Spitzenbedarf:

Tabelle 17: Spitzenwärmebedarf verschiedener Bautypen

Bautyp	Reihenhaus (inkl. Ausbaureserve)	Eigentumswohnung (Geschosswohnungsbau)	Doppelhaushälfte (inkl. Ausbaureserve)
Fläche [m²]	148	81	157
Erforderl. Leistung [kW]	3,4	1,9	4,5
Warmwasserbedarf [kW]	1,8	1,2	2.0
Summe	5,2	3,1	6,5

In der Summe ergibt sich für die gesamte Siedlung eine Spitzenleistung von ca. 410 kW Heizleistung und ungefähr 150 kW für die Trinkwasserbereitung in allen zu versorgenden Wohnungseinheiten. Hinzu kommt der Biogasreaktor als weiterer Verbraucher, der einen ständigen Bedarf von ca. 22 kW_{th} und einen Spitzenbedarf von ca. 60 kW_{th} hat.

Für die Festlegung der Spitzenlast fübei der Bereitstellung von Trinkwasser und Heizung wird auf Grund der Anzahl der Wohnungseinheiten zunächst mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,9 gerechnet. Somit ergibt sich eine Spitzenleistung von ungefähr 580 kW_{th} inklusive der Biogasanlage und des mitversorgten Gemeinschaftshauses.

6.5.5 Die Energieverteilung

Die Wärmeverteilung wird über ein siedlungsinternes Nahwärmenetz (Wärmeträger Wasser) in die einzelnen Versorgungsabschnitte verteilt. In der Energiezentrale (Gemeinschaftshaus) werden die erzeugten Energiemengen über eine hydraulische Weiche einem Verteiler zugeführt. Die Weiche sorgt für einen hydraulischen Ausgleich der verschiedenen Wassermengen bzw. Energiemengen im Erzeuger- und Verbraucherkreis. Vom Verteiler wird das Medium durch vier ‚Heizkreispumpen' mit folgenden Energiemengenzu den Verbrauchern transportiert:

- Strang 1: Reihenhäuser 210 kW
- Strang 2: Mehrfamilienhäuser 200 kW
- Strang 3: Doppelhäuser 80 kW
- Strang 4: Gemeinschaftshaus und Biogasanlage 60 kW

6.5.5.1 Das Rohrnetz

Die Versorgung der Häuser erfolgt durch die Anbindung an drei einzelne Stränge. Die Strangaufteilung erfolgt innerhalb der Energiezentrale in der die entsprechenden Pumpengruppen untergebracht sind. Die Vorteile der Auftrennung liegen in

- der erhöhten Betriebssicherheit,
- der wesentlich bedarfsgerechteren Abstimmung der Pumpenleistungen und dadurch
- der gleichzeitigen Einsparung von Sekundärenergie.

Das Nahwärmerohrnetz besteht aus flexiblem Kunststoffmantel-Verbundrohr mit Mediumrohr aus glasfaserverstärktem Epoxydharz (GFK). Die thermische Belastbarkeit dieser Rohre ist abhängig von dem angelegten Betriebsdruck. Als Richtwert sollten Standzeiten von 50 Jahren, bei einer Temperatur von 110°C und einem Betriebsdruck von 6 bar, eingehalten werden. Die maximal zulässige Betriebstemperatur bei Nenndruck sollte bei ca. 100°C liegen. Es handelt sich um gut gedämmte Rohrleitungen bei denen die über das Jahr auflaufende Verlustenergiemenge im Mittel mit ca. 2-3% angenommen werden kann.

Die Vorteile des GFK-Mediumrohres sind seine:

- innere und äußere Korrosionsfreiheit,
- geringe Innenrohrrauhigkeit, dadurch hydraulisch günstige Reibungswerte,
- niedrigere Druckverluste durch größere Innendurchmesser bei vergleichbarem DN,
- kompensationsfreie Verlegung,
- geringes Eigengewicht, dadurch einfache und schnelle Verlegung.

6.5.5.2 Die Trassenführung

Um die Gesamt-Erschließungskosten so gering wie möglich zu halten, wurden bereits im 1. Bauabschnitt alle Versorgungsleitungen auf dem Baugebiet in die Trassen eingebracht.

Hierbei handelt es sich um

- Trinkwasserleitungen,
- Nahwärmeleitungen,
- Schwarzwasser-Vakuumleitungen,
- Grauwasserleitungen,
- Stromleitungen sowie
- Telefon- und Datenleitungen.

Die Haupttrasse verläuft aus der Energiezentrale und verzweigt in drei Trassen. Für den Geschosswohnungsbau verläuft diese unter der Zuwegung in den Keller des mittleren MFH zur zentralen Unterstation mit Trinkwasser-Speicher. Die Versorgung der Reihenhäuser wird durch eine Trasse gewährleistet, die direkt an der südlichen Stirnseite entlang läuft. Vor jedem RH sind im ‚Technikschuppen' Übergabestationen und Speicher untergebracht. So bleiben unterhalb der Schuppen alle Leitungen frei zugänglich. Gleichermaßen wird bei den Doppelhäusern verfahren, jedoch sind hier nur zwei Übergabepunkte geplant.

Die Erschließungsleitungen der öffentlichen Versorgungsunternehmen für das Siedlungsgebiet werden in separaten Gräben verlegt.

6.5.5.3 Die Übergabestationen

Wärme-Übergabestationen stellen das Bindeglied zwischen dem Nahwärmenetz und den Verbrauchern dar. Je nach Art und Größe der zu versorgenden Wohngebäude werden fertig vormontierte Kompaktstationen zur zentralen Wärmeverteilung ausgewählt. Hier wird nach dem

indirekten Prinzip die Wärme über zwei separate Wärmetauscher für Heizung und Brauchwasser an den Verbrauchsstellen zur Verfügung gestellt.

Hierbei liegen die wesentlichen Vorteile bei der

- übersichtlichen Technik auf kleinstem Raum,
- bedarfsgenauen Ausrüstung und Dimensionierung für Heizung und Trinkwasser und
- ausgereiften Technik bei einfacher Betriebsweise.

6.5.5.4 Wohnungsversorgung

Die Wohnungsversorgung wird über eine Warmwasser-Fußbodenheizung realisiert. Die Fußbodenheizung ist physiologisch mit ihrer bevorzugten Erwärmung der unteren Raumzonen und ihrer gleichmäßigen Temperaturverteilung im Raum sehr günstig. Da nur niedrige Fußbodentemperaturen von ca. 26°C an ständig benutzten Bodenteilen zulässig sind, sind nur entsprechend vorteilhafte Heizmitteltemperaturen notwendig. Diese energetisch günstigen Bedingungen tragen neben der kompakten und relativ schweren Bauweise (Wärmespeicher) ebenfalls zur weiteren Verbesserung der Jahresheizenergieverbräuche bei. Es bieten sich günstige Raumgestaltungsmöglichkeiten durch den Wegfall der Raumheizkörper sowie ein Entfallen der Staubansammlung auf Heizkörperflächen. Bei einer Kostengegenüberstellung mit statischen Heizflächen ergaben sich nur geringfügige installatorische Mehraufwendungen. Ein vernetztes PE-Systemrohr mit RAL-Zertifizierung[99] wird als Nassverlegesystem nach DIN in schneckenförmiger Verlegeform die Räume über Stockwerksverteiler versorgen.

6.5.6 Die Trinkwasserversorgung

Die Trinkwasserversorgung der Siedlung wird wie auch die Wärmeversorgung durch private Erschließung ausgeführt. Die Stadtwerke Lübeck errichten die Trinkwasserleitung bis zur Energiezentrale. Von hier wird das Trinkwasser im siedlungseigenen Leitungsnetz verteilt. Das Rohrnetz verläuft parallel zu den Nahwärmeleitungen und ist in frostsicherer Tiefe von 1,2 bis 1,4 m verlegt. Auch die Übergabe an die Verbraucher erfolgt analog zur Wärmeversorgung in den hierfür vorgesehenen ‚Technikschuppen' bzw. im Keller des MFH.

Abbildung 40: Ansicht des siedlungseigenen Leitungsnetzes.

Zur Anwendung kommen geeignete Druckrohre aus PE-HD (High Density), deren Verbindungen als Schweißverbindungen ausgeführt werden. Die Druckstufe beträgt PN 10. Die Rohrnetzdimensionierung ergibt sich durch die Addition der Einzelverbraucher. Unter Einbeziehung der Gleichzeitigkeit errechnet sich somit ein Spitzendurchfluss von ca. 4,4 l/s. Darüber hinaus ist die Löschwasserversorgung für das Siedlungsgelände durch die Hauptleitung

[99] RAL-Gütezeichen sind Ausdruck neutral überwachter hoher Qualitätsanforderungen. Alle Gütezeichen sind Bestandteil eines vom RAL getragenen Systems. Alle Gütezeichen folgen zwingend den im RAL festgelegten Regeln (Grundsätze für Gütezeichen). Die Qualitätsanforderungen mit den entsprechenden Prüfregeln sind auch für den Verbraucher transparent, da sie stets vom RAL veröffentlicht werden (vgl. http://www.ral.de).

sicherzustellen. Die hierfür vorgesehenen Unterflurhydranten sollen im Bereich der Gehwege durch kurze T-Stücke angeschlossen werden, um Stagnationswasser zu vermeiden.

6.5.7 Die Elektrotechnik

Analog zur Trinkwasser- und Wärmeversorgung wird die Siedlung auch mit Strom zentral versorgt dessen Verteilung in der Siedlung intern vorgenommen wird. Der Siedlungsanschluss und die Verteilung erfolgen von der Energiezentrale aus. Das Siedlungsgebiet wird von der Paul-Gerhardt-Straße aus mit elektrischer Energie aus dem Netz der Stadtwerke Lübeck versorgt.

Es wurde zunächst überprüft, ob die Stromversorgung über einen Niederspannungsanschluss (250 A) gewährleistet werden kann. Aus der Bedarfsermittlung nach DIN 18015 Teil 1 geht für eine Anzahl von 112 Wohneinheiten eine Leistung von 110 KVA hervor.

Für die Ermittlung des Gesamtbedarfes der Siedlung wird o. g. Wert zu Grunde gelegt, wobei zusätzlich alle Dauerverbraucher einzukalkulieren sind. Als Dauerverbraucher (Gleichzeitigkeitsfaktor 1) sind die nachfolgenden Verbrauchsstellen (gesamt) anzusehen:

- Wohnungslüftung ca. 4 kW_{el}
- Energiezentrale ca. 6 kW_{el}
- Biogasanlage ca. 25 kW_{el}
- Straßenbeleuchtung ca. 4 kW_{el}

Für die Beleuchtung der Straße wird mit einer Ausleuchtung von 15 m bei einer Leuchtleistung von 50 Watt gerechnet. Darüber ergibt sich bei einer Straßenlänge von 500 m eine Gesamtleistung von 2 kW. Für die Parkplatzbeleuchtung wird der gleiche Wert zu Grunde gelegt. Somit ergibt sich eine Gesamtleistung von ca. 150 KVA. Die max. Anschlussleistung an das Niederspannungsnetz der Stadtwerke Lübeck beträgt somit ca. 170 KVA. Folglich ist die Notwendigkeit eines Mittelspannungsanschlusses nicht gegeben, so dass mit einem Niederspannungsanschluss projektiert wird. Hierfür spricht auch der zu erwartende konsequente Einsatz von energiesparenden Geräten (Einsparpotential ca. 20–25 %)[100]. Unter dem Gesichtspunkt einer gesicherten Versorgung wurde die erzeugte elektrische Leistung des BHKW nicht in die Rechnung mit einbezogen.

Die Wohnungen sind energietechnisch so ausgelegt, dass der Anteil an Sekundärenergie möglichst gering ist. Dafür werden die Hauptverbraucher Wasch- und Spülmaschine durch Warmwasseranschlüsse versorgt. Es wird auf Kochendgeräte hingewirkt, die ausschließlich mit 230 V Anschlusswerten auskommen.

6.5.8 Die Lüftung

Das Lüftungssystem sieht ein raumluftabhängiges Belüften durch ein hygrostatisch geregeltes Lüftungssystem vor. Die Zuluft gelangt über hygrostatisch geregelte Klappen oberhalb der Fenster in die Wohnräume sowie in die Küche. Die Abluft wird mittels Tellerventilen aus dem Bad/WC sowie der Küche über ein zentrales, dreistufiges, im DG aufgestelltes Aggregat fortgeführt. Das Aggregat sorgt in der Stufe Eins (ggf. auch zeitgesteuert) für einen konstanten Unterdruck und somit für einen Grundluftwechsel. Stufe zwei und drei werden in Abhängigkeit von der Raumluftfeuchte über die in jedem Raum befindlichen Hygrostate angesteuert. Ein derartiges Lüftungs-System bietet folgende Vorteile:

- kein Rohrnetz notwendig,
- keinerlei Verkeimungen in den Lüftungsrohren,

[100] Es finden Schulungen und Informationsveranstaltungen zu diesem Thema statt.

- geringer Installationsaufwand und
- die Möglichkeit zzgl. zum Hygrostaten einen Luftqualitätssensor zu verwenden.

6.5.9 Die Datenleitungen

Durch ein Mess-Steuer-Regel-System (MSR-System) werden relevante Daten, wie z. B. die Verbrauchserfassung, zu einem Zentralrechner im Gemeinschaftshaus übertragen. Desgleichen wird ein Betriebs- und Störungsmanagement sämtliche MSR-Technik auf eine zentrale Rechneranlage auflaufen lassen. Um die Kompatibilität zwischen den zu regelnden Einzelsystemen zu gewährleisten, wurden verschiedene Systemanbieter auf entsprechende Eignungen hinsichtlich der Siedlungsstrukturen überprüft.

Über eine zentrale TV-Empfangsstation-Satellitenanlage im Gemeinschaftshaus werden die gewünschten Sender empfangen und über ein siedlungsinternes Kabelnetz an die Haushalte weitergeleitet.

6.6 Das integrierte Abwasserkonzept der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite

Wasser und Böden gehören zu den wichtigsten Ressourcen der Biosphäre (vgl. Kapitel 2.2.3.1), deren Schonung ein wichtiges Ziel für eine nachhaltige Entwicklung darstellt. Zum Schutz dieser Ressourcen trägt das Abwasserkonzept der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite bei, indem der Wasser- und Nahrungskreislauf nicht vermischt, sondern als Teilströme betrachtet werden.

Herkömmliche Abwasserkonzepte mit Spültoilette und Schwemmkanalisation haben dagegen als so genannte ‚End-of-Pipe-Technologien' erhebliche Nachteile:

- Sie weisen einen sehr hohen Wasserverbrauch durch den Einsatz von Wasser als Transportmittel auf.
- Es findet eine Vermischung der Fäkalien und Verdünnung von Haushaltsabwässern mit dem Abwasser von Industrie und Gewerbe statt (vgl. Abbildung 41).
- Bei der herkömmlichen Abwasserreinigung insbesondere für die Entfernung von Stickstoffverbindungen ist ein hoher Energieverbrauch notwendig.

Paradoxerweise wird gleichzeitig wird für die Produktion stickstoffhaltiger Handelsdünger viel Energie benötigt. Das Konzept der Schwemmkanalisation verurscht einen ständigen Nährstoffverlust (Stickstoff, Phosphor, Kalium) in die Gewässer mit daraus resultierender Nährstoffbelastung und langfristiger Akkumulation im Meer. Als Abfallprodukte entstehen belastete Klärschlämme, deren landwirtschaftliche Entsorgung immer schwieriger und kostenaufwendiger wird. Die Kreisläufe Wasser und Nährstoffe können so in der Regel nicht geschlossen werden.

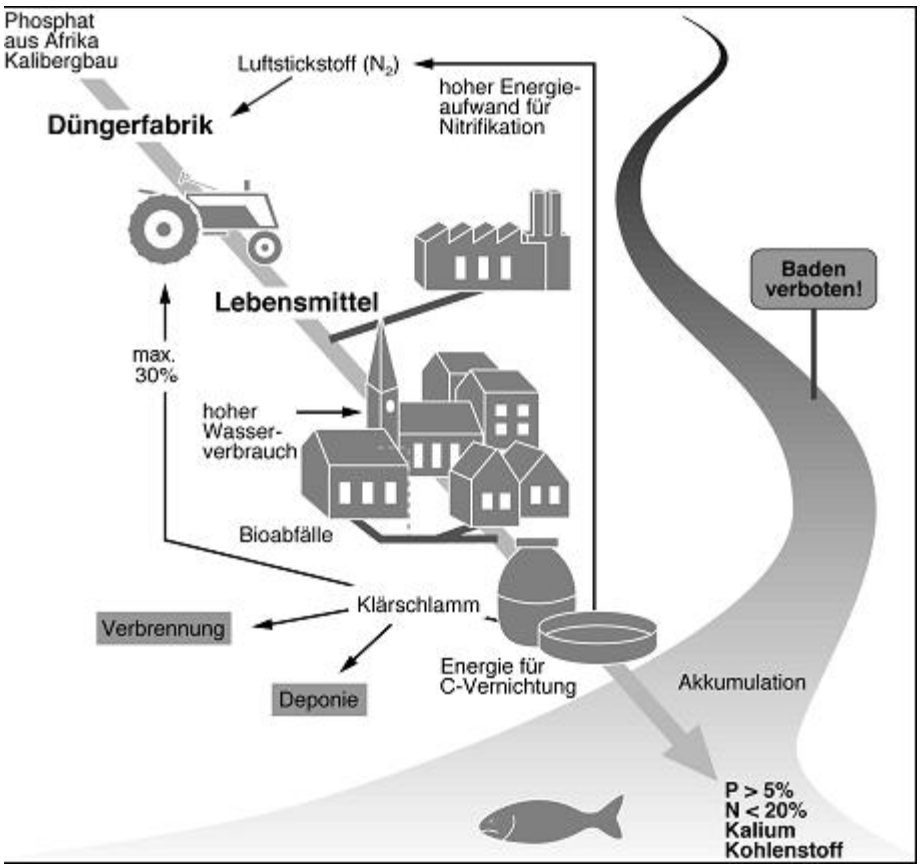


Abbildung 41: Schematische Darstellung der Stoffströme beim herkömmlichen Sanitärkonzept (OtterWasser).

Anhand von Nährstoff-, Energie-, Wasser- und Abfallbilanzen lässt sich zeigen, dass ein Ersatz dieser konventionellen Systeme langfristig unumgänglich ist. Innerhalb der Industrie hat dieser Umdenkprozess bereits seit einiger Zeit stattgefunden. Dort werden häufig die Abwässer getrennt erfasst und einer Behandlung zugeführt. Dieses Vorgehen orientiert sich an der im Abfallbereich etablierten Kreislaufwirtschaft[101] und bietet durch Wertstoffrückgewinnung und -nutzung auch einen ökonomischen Anreiz. Innerhalb der Siedlungsplanung wird mit der Teilstrombehandlung in Form einer Vakuumsammlung und anaeroben Behandlung von menschlichen Fäkalien, Urin und organischem Hausmüll zu Biogas erstmalig dieser Schritt unternommen. Die Einzelkomponenten des Technikkonzeptes haben dabei in der Vergangenheit ihre Praxistauglichkeit unter Beweis gestellt, wurden aber bisher nicht in dieser Größe und Gesamtheit kombiniert und eingesetzt.

Für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite ist ein zukunftweisendes, integriertes Abwasserkonzept vorgesehen, das neben der Wassereinsparung die Nutzung von Nährstoffen und des Energieinhalts zum Ziel hat (vgl. Abbildung 42). Innerhalb dieses integrierten Abwasserkonzeptes ist die separate Behandlung folgender Teilströme vorgesehen:

- Regenwasser,
- Grauwasser (Abwasser ohne Fäkalien),
- Schwarzwasser (Toilettenabwasser) und
- Bioabfall (organische Abfälle).

[101] Dabei ist jedoch kritisch anzumerken, dass die Kreislaufwirtschaft nicht in jedem Fall die lebenszyklusweit ressourcenschonendste Variante darstellt.

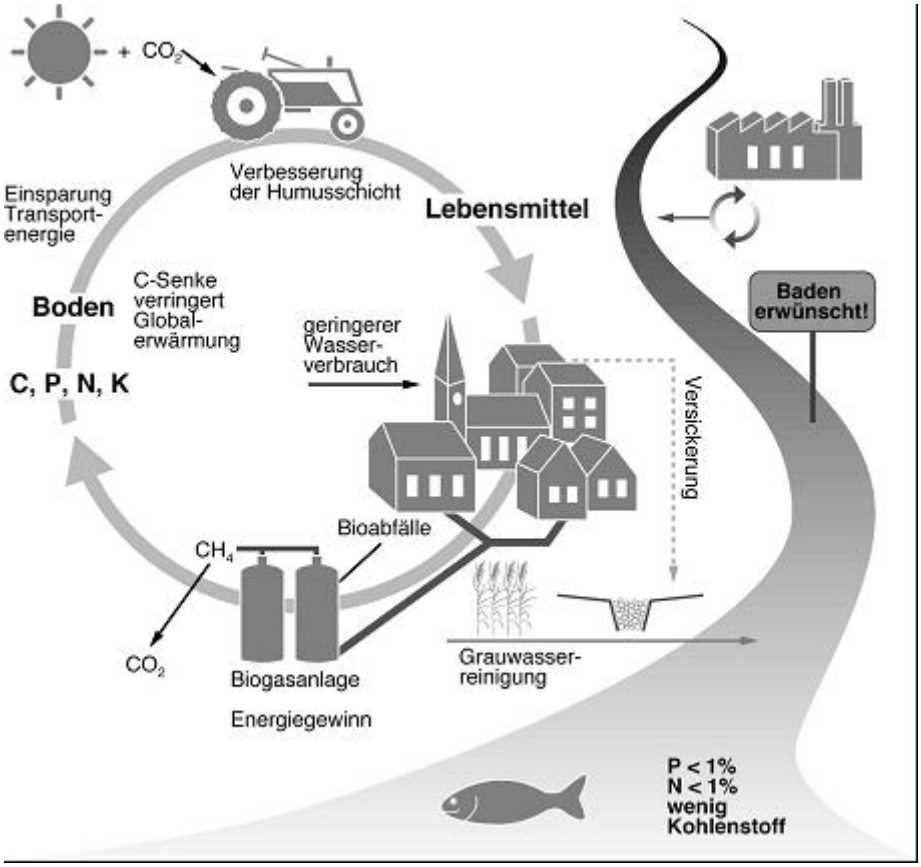


Abbildung 42: Schematische Darstellung der Stoffkreisläufe bei einem integrierten Abwasserkonzept (OtterWasser).

Das Regenwasser von Dächern und befestigten Flächen wird oberflächlich abgeleitet und in Mulden, die in die vorhandenen Freiflächen integriert sind, innerhalb des versickert. Bei extrem starken Regenereignissen wird überschüssiges Wasser einem Teich zugeleitet, der in den benachbarten Bachlauf (Fackenburger Landgraben) entwässert. Das Niederschlagswasser wird somit entweder durch Versickerung oder Einleitung im natürlichen Wasserkreislauf gehalten.

Zur Speisung von Waschmaschinen und zur Gartenbewässerung sind optional Regenwassernutzungsanlagen für den Geschosswohnungsbau vorgesehen. Das häusliche Abwasser wird innerhalb der Wohnungen getrennt erfasst. Durch den Einsatz von Vakuumtoiletten (vgl. Abbildung 43), die sich im Schiffbau (ähnlich wie im Flugzeug oder ICE-Wagon) seit Jahrzehnten bewährt und einen sehr geringen Wasserverbrauch haben, werden Schwarzwasser und das restliche Grauwasser getrennt abgeleitet und behandelt. Bereits seit Anfang der 90 Jahre ist dieses Toilettensystem in einem Wohnblock in einer Siedlung in Norderstedt (nahe Hamburg) installiert und führt dort in Kombination mit konventionellen Wasserspartechniken zu bemerkenswerten Trinkwasser-einsparungen von ca. 50%.

Abbildung 43: Vakuumtoilette (OtterWasser).

Der größte Anteil der Wassereinsparungen resultiert dabei mit ca. 90% aus der Toilettenanlage (Lehn et al. 1996, 196). Allerdingsgeht die Wasserersparnis mit einem beträchtlichen Energieeinsatzes zum Betreiben der Vakuumanlage einher, „so dass unter Abzug der Gutschrift

für den bei Wasserver- und -entsorgung eingesparten Energiebetrag netto ein um etwa Faktor 5 höherer Energieeinsatz für den Betrieb der Vakuumanlagen bestehen bleibt“ (Lehn et al. 1996, 196). Ob dies auch für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite gilt oder ob neue, innovative Produkte heutzutage diesen Mangel beseitigen bzw. reduzieren können, soll auch Bestandteil dieser Untersuchung sein.

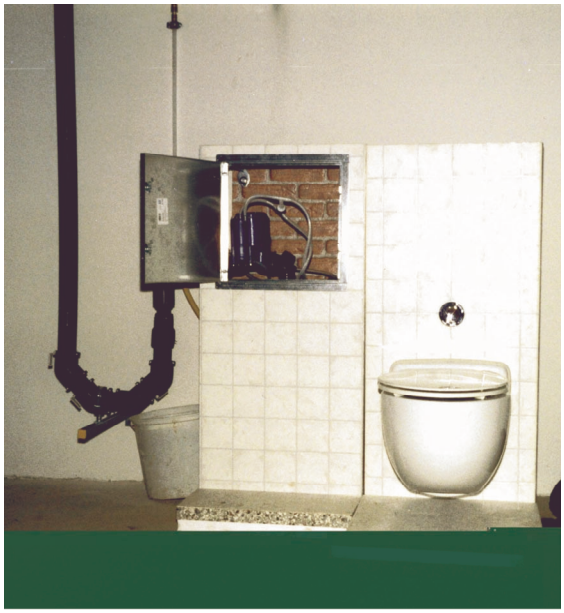


Abbildung 44: Demonstrationsmodell der Vakuumtoilette (OtterWasser).

Das nur schwach mit Nährstoffen belastete und damit leicht zu reinigende Grauwasser wird über Gefälleleitungen aus den Häusern heraus geführt. Es wird von Grobstoffen gereinigt und in diskontinuierlicher Beschickung den drei bewachsenen Sandfiltern bzw. Pflanzenkläranlagen zugeführt. Die Reinigungsleistung innerhalb der vertikal durchströmten, dezentralen Pflanzenkläranlagen wird im Wesentlichen über Absorption der Schmutzstoffe und nachfolgenden Abbau durch im Sandkörper siedelnde Mikroorganismen erbracht. Die Bepflanzung (i. d. R. Schilf) unterstützt dabei die Belüftung, indem sie über ein spezielles Gewebe (Aerenchym) ihren Wurzelbereich mit Luft versorgt und so eine aerobe Zone im ansonsten anaeroben Wurzelbereich des überstauten wassergesättigten Substrats erzeugt. Somit können in Pflanzenkläranlagen gleichermaßen aerobe und anaerobe Abbaureaktionen stattfinden. Auf Grund der geringen Nährstoffbelastung des Grauwassers mit Stickstoff, Phosphor und Kalium ist eine weitestgehend biologische Reinigung in der Pflanzenkläranlage leicht und kostengünstig möglich. Der Abfluss der Pflanzenkläranlagen, der Badewasserqualität aufweist, erfolgt in den nachgeschalteten Teich bzw. kann zu Bewässerungszwecken im Siedlungsgebiet genutzt werden.

Bereits 1994 wurden ca. 20 verschiedene Pflanzenkläranlagen vom Institut für Wasser-, Boden-, Lufthygiene des Umweltbundesamtes auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht (Hagendorf und Hahn 1994). Dabei zeigten sich Vorteile von vertikal durchflossenen Anlagen und die Vorteilhaftigkeit der Anlagen bei nichtbindigem, durchlässigem Bodenmaterial. Innerhalb dieser Untersuchung konnte auch nachgewiesen werden, dass die gesetzlichen Mindestanforderungen an den Biologischen Sauerstoffbedarf (BSB_5) und den Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) bereits zum damaligen Zeitpunkt von den Anlagen eingehalten wurden, sofern eine ordnungsgemäße Vorklärung vorhanden war. Die Elimination von adsorbierbaren organischen Halogenen (AOX) schwankte bei den damals betrachteten Anlagen zwischen 9% und 60%.

Durch den Einsatz der Vakuumtoiletten, die je Spülung nur 1 - 1,2 l Spülwasser verbrauchen, liegt das Schwarzwasser als hoch konzentrierter Abwasserstrom vor. Eine zentrale Vakuumanlage im Gemeinschaftshaus liefert den Unterdruck für das Toiletten- und Leitungssystem. Das so gesammelte Schwarzwasser wird anschließend der Vergärung in der Biogasanlage zugeführt.
Der Biogasanlage wird zusätzlich der anfallende Biomüll aus dem Siedlungsgebiet zugeführt. Deshalb sollte der gesamte Müll soweit wie möglich in verschiedene Fraktionen getrennt erfasst werden (Glas, Papier, Verpackungsmaterial, Restabfall und Biomüll). Biomüll wird dabei über ein Biotonnensystem gesammelt, in einer zentralen Anlage zerkleinert und dann der Biogasanlage zugegeben.

Durch die gemeinsame Vergärung der beiden Fraktionen Schwarzwasser und Biomüll in der Anaerobanlage wird der Energieinhalt der beiden Teilströme genutzt. Mit Hilfe des bei der Vergärung entstehenden Biogases wird in dem Siedlungs-BHKW Energie erzeugt. Die dabei entstehende Abwärme versorgt sowohl die Biogasanlage mit der erforderlichen Prozessenergie als auch das angeschlossene Wärmeversorgungsnetz.

Der bei der anaeroben Behandlung verbleibende Flüssigdünger wird in einem Speicherbehälter gesammelt und an die Landwirtschaft abgegeben. Hierdurch können die im Abwasser enthaltenen Nährstoffe nahezu vollständig in die Landwirtschaft zurückgeführt werden - der Nährstoffkreislauf wird hiermit fast geschlossen.

Innerhalb des integrierten Abwasserkonzeptes wird der Energieverbrauch für die Behandlung des Abwassers gegenüber herkömmlichen Verfahren stark verringert. Darüber hinaus wird bei der Anaerobbehandlung nutzbare Energie frei. Wasser- und Nährstoffkreisläufe werden lokal geschlossen. Die Belastung der Gewässer mit Nährstoffen und pathogenen oder fäkalen Keimen wird auf Grund der Teilstrombehandlung erheblich reduziert.

6.6.1 Darstellung der Stoffströme und deren Behandlung im integrierten Wasserkonzept

6.6.1.1 Regenwasser

Das im Siedlungsbereich anfallende Niederschlagswasser wird oberflächlich in offenen Rinnen abgeleitet und in Mulden versickert. Die Berechnung der Versickerungsflächen und des Speichervolumens erfolgt auf der Basis des Arbeitsblatts der Abwasser-Technischen-Vereinigung (ATV) A138 „Bau und Bemessung von Anlagen zur dezentralen Versickerung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“.

Abbildung 45: Beispiel einer Versickerungsmulde (OtterWasser).

Die Rinnen, die in die Straßen- und Wegbefestigung integriert sind, führen von den Häusern zu den Mulden (Abbildung 46). Die Rinnentiefe wird dabei so gewählt, dass ein Stolpern verhindert wird und dieser Weg auch für Kinderwagen, Rollstühle etc. mühelos passierbar ist.

Abbildung 46: Die offenen Rinnen zur Regenwasserableitung (OtterWasser).

Das obere Parkdeck der Parkpalette entwässert über Regenfallrohre direkt in die Mulden. Für die Oberfläche des ebenerdigen Stockwerks wird versickerungsfähiges Material verwendet. Die

sonstigen Parkplätze entwässern wie das Gemeinschaftshaus mit einem Teil seines befestigten Vorplatzes direkt in die Mulden. Die Grünflächen zwischen Fußweg und Schuppen der Reihenhauszeile werden als Muldenfläche genutzt.
Zur Verringerung des Höhenunterschieds zur befestigten Straßenfläche erfolgt die Ausbildung der beiden Mulden kaskadenförmig auf drei unterschiedlichen Höhen, wobei der mittlere Muldenabschnitt den Tiefpunkt bildet. Bei Vollfüllung der beiden Mulden im Spitzkehrenbereich erfolgt ein Überlauf in die mittlere Mulde. Für den sehr seltenen Fall der Füllung dieser Mulde bei Starkregen (Regenhäufigkeit $n < 0{,}2/a$) erfolgt ein Einstau der Angerfläche, die somit als zusätzliche Versickerungsfläche zur Verfügung steht.
Zusätzlich wird in der Sohle der tiefsten Mulde ein höhenverstellbarer Ablauf zum Teich vorgesehen, damit - falls erforderlich - der Teich mit Regenwasser beschickt werden kann. Diese Leitung kann auch als Notüberlauf genutzt werden.
Im Toilettenbereich wird Regenwasser nicht genutzt. Durch den geringen Wasserverbrauch der Toiletten ist die Installation eines zweiten Leitungsnetzes wirtschaftlich nicht rentabel. Diese Aussage wird auch unter Ressourcengesichtspunkten durch die Ausführungen von Boermans-Schwarz belegt (Boermans-Schwarz 1998).

6.6.1.2 Grauwasser

Die Ableitung des Grauwassers entspricht der konventionellen Entwässerung nach DIN 1986 unter Berücksichtigung der reduzierten Abwassermengen durch die getrennte Ableitung der Teilströme. Die Fallleitungen, die innerhalb des Hausinstallationsschachtes liegen, und die Anschlüsse des Erdgeschosses münden in die Grundleitung. Die Grundleitungen werden bei den Doppel- und Reihenhäusern unterhalb der Gebäudesohle verlegt. Im Bereich des Etagenwohnungsbaus werden die Leitungen vor dem Gebäude entlang der Ringstraße verlegt. Revisionsschächte entlang der Hauptsammelleitung bilden die Übergabepunkte der Grundleitungen in den Hauptsammler. Die Lage der Rohrleitungen ist den Plänen im Anhang zu entnehmen.

Abbildung 47: Zuleitungen einer im Bau befindlichen Pflanzenkläranlage (OtterWasser).

Grauwasser besitzt einen geringeren Feststoffanteil als herkömmliches häusliches Abwasser, wobei die maximale Feststoffgröße durch die Abflusssiebe der Hausinstallationen (Waschbecken, Dusche, Waschmaschine) bestimmt wird. Die Dimensionierung der Rohre erfolgt nach DIN 1986 (Schmutzwasserabfluss von Grundleitungen). Verwendetes Material für die Innen- und Außeninstallation ist Polypropylen.

- Pflanzenkläranlage 1:

  Die Entwässerung der Doppelhäuser und der beiden südöstlichen Geschosswohnungsbauten erfolgt im Freigefälle direkt in die Vorklärung der Pflanzenkläranlage 1 (PKA 1). Die Vorklärung besteht aus einer Ein- und einer Zweikammergrube sowie einem Pumpensumpf.

- Pflanzenkläranlage 2:

  Die Entwässerung dreier Reihenhauszeilen erfolgt im Freigefälle in südliche Richtung. Die Hauptsammelleitung führt das Abwasser vor den Technikschuppen, entlang der Straße der Vorklärung der Pflanzenkläranlage 2 (PKA 2) zu. Ferner fließt dieser Anlage das Grauwasser des Geschosswohnungsbaus K zu. Die Vorklärung besteht aus einer Einkammer-, einer Zweikammergrube und einem Pumpensumpf.

- Pflanzenkläranlage 3:

  Die Entwässerung der restlichen Reihenhäuser, der Doppelhäuser und des Gemeinschaftshauses erfolgt zur Nordostseite des Grundstücks zur Pflanzenkläranlage 3 (PKA 3). An den Enden der Grundleitungen unterhalb der Häuser sind Revisionsschächte vorgesehen. Die Teilstrecken der Sammelleitungen führen direkt in die Vorklärung VK 3 mit einer Dreikammergrube und von dem Pumpensumpf in die Pflanzenkläranlage PKA 3.

Abbildung 48: Die Pflanzenkläranlage nach dem Einbringen der Abdichtung und der Ableitungsrohre (OtterWasser).

Die drei Pflanzenkläranlagen sind hinsichtlich ihrer Wirkungsweise und ihres Fließschemas gleich aufgebaut (vgl. Abbildung 49). Generell erfolgt der Zufluss zu den Vorklärungen im Freigefälle. Als Vorklärungen sind Standardsammelgruben aus Beton (1 oder 2-schächtig) vorgesehen. Die Zulaufleitungen münden oberhalb des maximalen Wasserspiegels in die Vorklärung.

Die Vorklärungen für Systeme ohne Toilettenabwasser sind mit einem spezifischen Volumen von 100 Liter pro Einwohner (l/E) bzw. einer minimalen Aufenthaltszeit von 4 h ausgelegt. Dies entspricht der üblichen Auslegung von Vorklärungen zur Grauwasserreinigung (HH-Allermöhe, Kiel-Hassee)(OtterWasser). Im Rahmen der Wartung ist die Feststellung des Schlammpegels und gegebenenfalls die Entnahme des Sediments bzw. der Schwimmstoffe (Fett o.ä.) erforderlich.

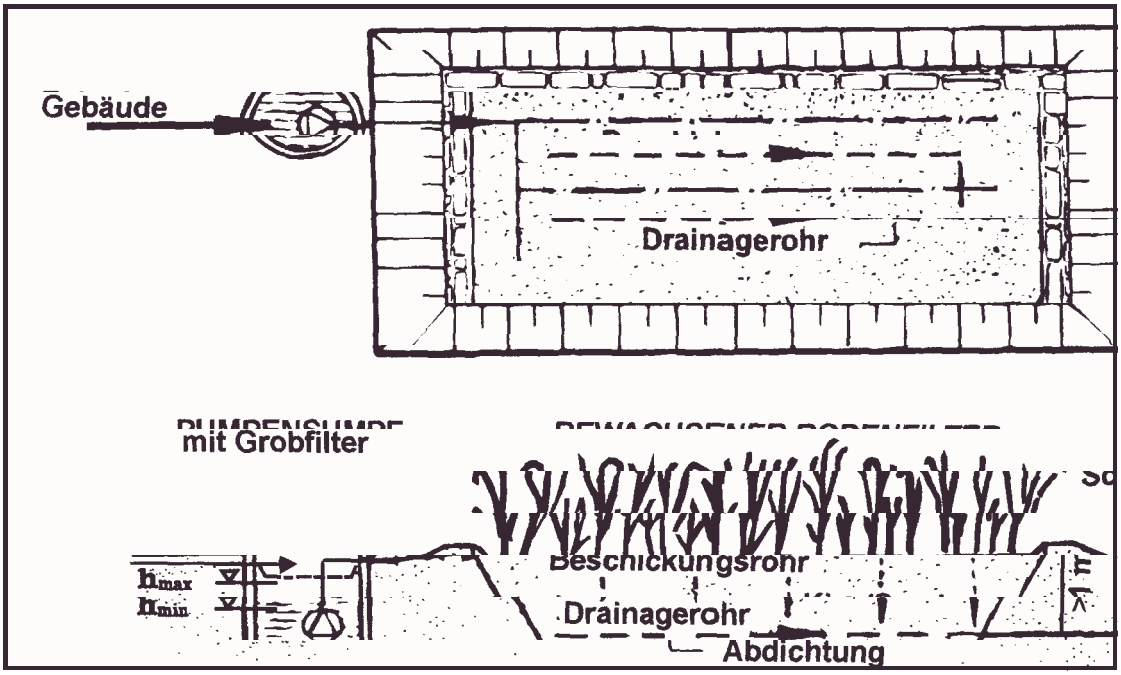


Abbildung 49: Schematischer Aufbau einer Pflanzenkläranlage (OtterWasser).

Das Wasser fließt der ersten Kammer der VK zu und gelangt über die Tauchrohre in die nächste Kammer bzw. in den Ablauf und von dort in den Pumpensumpf, von wo aus es dann diskontinuierlich in die Pflanzenkläranlage gepumpt wird. Für die Grauwasseranlagen ergeben sich die folgenden Abmessungen:

Tabelle 18: Erforderliche Dimensionen der Pflanzenkläranlagen.

		PKA 1	PKA 2	PKA 3
angeschlossene Wohneinheiten		Doppelhäuser H1 - H6 ETW I – J	ETW K Reihenhäuser A - C	Reihenhäuser D - F Gem.-Haus
<u>Vorklärung</u> vorhandenes Nutzvolumen	(m^3)	9,3	9,3	4,0
<u>Pflanzenkläranlage</u>				
Fläche	(m^2)	300	276	134
Tiefe	(m)	1,0	1,0	1,0
Volumen	(m^3)	300	276	134

Bei der Dimensionierung der Grauwasseranlagen wird berücksichtigt, dass im Grauwasser im Wesentlichen nur eine organische Schmutzfracht (50% der gesamten einwohnerspezifischen Fracht von 60g BSB_5/(E*d)) enthalten ist. Die Reduzierung der einwohnerspezifischen Fläche auf $2m^2$/E beinhaltet demnach genügend Sicherheiten.

Der Ablauf der Pflanzenkläranlagen fließt in die nachgeschalteten Kontrollschächte. Das gereinigte Grauwasser speist schließlich den vorgesehenen Teich. Alternativ dazu kann das gereinigte Grauwasser zur Bewässerung innerhalb der Siedlung verwendet werden. Die Ableitungen erfolgen im Freigefälle in der Regel verrohrt. Eine Ausnahme ist die Ableitung aus der PKA 1. Hier wird das Ableitungsrohr durch eine offene Rinne ersetzt, die in den Kontrollschacht der PKA 2 mündet. Von hier läuft das gereinigte Abwasser der PKA 1 gemeinsam mit dem gereinigten Abwasser der PKA 2 in einem Ablaufrohr in den Siedlungsteich.

Abbildung 50: Eine Pflanzenkläranlage vor der Bepflanzung (OtterWasser).

Der Teich wird in die Streuobstwiese im nördlichen Geländeabschnitt integriert. Der Überlauf des Teiches wird oberirdisch in den Fackenburger Landgraben geleitet. Der maximale Wasserspiegel des Teiches beträgt 40 cm. Bei geringer Wasserführung ist es durchaus möglich, dass der Teich trockenfällt.

Die Pflanzenkläranlagen sind über Rohrleitungen miteinander verbunden, so dass bei einem Ausfall einer Anlage die beiden anderen, bis zur Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit, die Reinigung des Grauwassers mit übernehmen können. Innerhalb des Notfallkonzeptes ist die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Pflanzenkläranlagen durch den nachträglichen Einbau einer Belüftung vorgesehen. Dazu werden zusätzlich zu den Ablaufrohren Belüftungsrohre auf der Stützschicht der Anlagen in ca. 1,00 m Tiefe verlegt, die bei unzureichender Reinigung des Grauwassers durch Einblasen von Sauerstoff die Reinigungsleistung erhöhen. Die Beschickung mit Luft erfolgt über einen mobilen Verdichter.

Abbildung 51: Der Fackenburger Landgraben (OtterWasser).

6.6.1.3 Schwarzwasser

Das Schwarzwasser (Fäkalien, Urin und Toilettenspülwasser) wird in den Haushalten über Vakuumtoiletten erfasst und über ein Vakuumleitungssystem zur zentralen Vakuumstation im Gemeinschaftshaus transportiert. Durch den Einsatz der Vakuumtoiletten ist nur eine geringe Spülwassermenge erforderlich (1,0-1,2 l je Spülung). Der Unterdruck im System beträgt 0,4-0,6 bar, als Transportmedium dient die durch die Toiletten angesaugte Luft. Über die Einstellung der Öffnungsdauer des Vakuumventils an der Toilette kann das angesaugte Luftvolumen optimiert werden. Die Anordnung von Zwischensammelbehältern (Speichervolumen ca. 8 l) ermöglicht eine geringe Spülluftmenge und reduziert die Spülgeräusche. Bei Vollfüllung des Zwischensammelbehälters wird dieser in die Vakuumsammelleitung entleert. Die Zahl der angeschlossenen Einwohner resultiert aus der Bebauung und der spezifischen Wohnbelegung, siehe Tabelle 19.

Tabelle 19: Spezifische Wohnbelegung für die unterschiedlichen Gebäudearten.

Anzahl WE		Wohnbelegung	
Stück		E/WE	E
12	Doppelhäuser	3,5	42
45	Reihenhäuser*	3,5	158
56	Etagenwohnungen**	2,4	134
2	Gemeinschaftshaus	3	6
2	Gemeinschaftshaus	1	2
119	Gesamt***		352

* Bis zum Mai 2002 sind 14 Reihenhäuser fertiggestellt.
** Bis zum Mai 2002 wurde der Etagenwohnungsbau nicht begonnen.
*** Bis zum Mai 2002 sind insgesamt 61 Menschen in die Siedlung gezogen.

Die Vakuumstation besteht im Wesentlichen aus redundant ausgelegten Vakuumpumpen mit Pufferbehälter und einer ebenfalls redundant ausgelegten druckseitigen Förderpumpe für das gesammelte Schwarzwasser (ca. 2,5 m^3) und allen Regelungs- und Steuerungseinrichtungen. Die Luft wird nach Austritt aus den Vakuumpumpen durch einen Biofilter gereinigt.

Die Hauptabflussleitung (DN 65) wird als Ringleitung parallel zu den sonstigen Leitungen der Erschließungstechnik (Nahwärme, Elektrizität, Wasser, Telefon etc.) an der Erschließungsstraße verlegt (vgl. Abbildung 40, S. 130). Die Grundleitungen in den Reihenhauszeilen liegen im Versorgungskanal in der Gebäudesohle und werden im Technikschuppen an die Ringleitung angeschlossen. An beiden Enden der Grundleitungen sind Revisionsöffnungen vorgesehen, so dass ein Spülen der Rohrleitungen problemlos möglich ist.

Im mittleren Teil des Geschosswohnungsbaus werden die Leitungen in den dort geplanten Kellerraum geführt. Hier sind die notwendigen Revisionsöffnungen vorgesehen. Die Ringleitung liegt bei den übrigen Teilen des Geschosswohnungsbaus zwischen der Bebauung und der Erschließungsstraße. Die Doppelhäuser werden über eine zweite Ringleitung entwässert. Die Ringleitung und die Grundleitungen unter den Reihenhäusern werden nach EN 1019 mit Hoch- und Tiefpunkten verlegt. Die Lage der Rohrleitungen ist den Plänen (vgl. Anhang) zu entnehmen. Das Schwarzwasser wird nach der Sammlung gemeinsam mit dem Biomüll erst der Hygienisierung und anschließend der Anaerobanlage zugeführt.

Zur Betriebssicherheit sind die Vakuumpumpen redundant installiert worden.

Durch den Ringschluss kann das Abwasser in beide Richtungen gefördert werden, so dass im Revisions- bzw. Schadensfall immer eine Ableitung erfolgen kann.

6.6.1.4 Technische Beschreibung der anaeroben Biogasanlage

Die Technik der einzelnen Komponenten Schwarzwassersammlung, Bioabfallzerkleinerung und -aufgabe und ggf. Zugabe externer Cosubstrate und deren gemeinsame Behandlung ist im Keller des Gemeinschaftshauses bzw. im Außenbereich des Gemeinschaftshauses angelegt. Die Vakuumerzeugungsanlage ist im Keller des Gemeinschaftshauses vorgesehen (vgl. Abbildung 52).

Abbildung 52: Die Vakuumanlage (OtterWasser).

Der prinzipielle Verfahrensablauf der Schwarzwasser- und Bioabfallbehandlung kann in die folgenden Prozessstufen unterteilt werden:

- Erfassung des Schwarzwassers in den Haushalten durch Vakuumtoiletten und Transport durch das Vakuumleitungssystem,
- Sammlung, Grobsichtung und Aufgabe der Bioabfälle und ggf. externer Cosubstrate (z. B. Speiseabfälle),
- Zerkleinerung der Bioabfälle,
- Vermischen von Schwarzwasser und Bioabfall (hier Mischsubstrat genannt),
- Hygienisierung und partielle Hydrolyse des Mischsubstrats,
- anaerobe Behandlung (Vergärung),
- Aufbereitung und Verwertung des entstehenden Biogases,
- Verwertung des Gärrückstands als Flüssigdünger.

6.6.1.5 Verfahrenskonzept und Auslegungsdaten der anaeroben Vergärungsanlage

Die für die Auslegung der gesamten Anlage erforderlichen Basisdaten, wie z. B. Beschaffenheit der Eingangssubstrate und Nutzerverhalten, beruhen auf einer umfangreichen Literaturrecherche der Planer und aktuellen Daten aus diversen Veröffentlichungen.

Die Beimischung der Bioabfälle zum Schwarzwasser führt bezogen auf die anaerobe Vergärung zu einer Verbesserung des Kohlenstoff/Stickstoff (C/N) -Verhältnisses[102] und somit auch zu einer erhöhten Biogasausbeute. Die Bioabfälle aus den Haushalten und Freiflächen der Siedlung, bestehend aus Küchenabfällen und Grünschnitt, werden in Tonnen gesammelt und durch den Hausmeister oder eine andere eingewiesene Person im Abstand von zwei Tagen abgeholt. Nach einer Grobsichtung nach Störstoffen (Holz, Metall, Strauchschnitt) durch den Hausmeister wird

[102] Es gilt hierbei: Je niedriger das C/N – Verhältnis, desto besser ist die biologische Abbaubarkeit.

der vergärungsfähige Rest durch die Bioabfallaufgabe der Vorzerkleinerung zugeführt. Die aussortierten Störstoffe werden je nach Material kompostiert oder dem Restmüll zugegeben.

Den Bewohnern der Siedlung werden in Veranstaltungen der Betreibergesellschaft, die für die Entsorgung in der Siedlung verantwortlich ist, die Grundsätze der Bioabfallsammlung vorgestellt. Zusätzlich ist jede Wohneinheit mit einem Handbuch zu der eingesetzten Sanitärtechnik und dem Umgang damit ausgestattet worden. Aus den Veranstaltungen resultiert ein gemeinsam erarbeiteter Katalog der Störstoffe und der Stoffe, die nicht in der Biogasanlage behandelt werden können. Auf Grund der geringen Größe der Siedlung gehen die Planer davon aus, dass die Qualität der Bioabfallsammlung durch die Bewohner in einer Art Selbstkontrolle gewährleistet wird. Die Betreibungsgesellschaft wird diesen Prozess auch in der Folge betreuen.

Die Bioabfälle werden nach Aufgabe auf eine Korngröße von maximal 5 mm zerkleinert und anschließend in die Vorlage befördert.

Die mittlere erwartete Zusammensetzung und die Mengen der Einzelsubstrate Schwarzwasser, Bioabfall und Grünschnitt sind aus der Tabelle 20 ersichtlich. Exemplarisch ist die Tabelle für den Sommerzeitraum (Grünschnittanfall) beigefügt. Anschließend an die Charakterisierung der Einzelsubstrate erfolgen Abschätzungen der erwarteten Nährstoffgehalte und die Dimensionierung der Biogasanlage für diesen Zeitraum. Hierbei handelt es sich immer um die maximale Belastung der Anlage (Bemessungsfall). Im Betrieb wird sie daher i.d.R. geringer belastet sein. Um die Effizienz der Anlage zu erhöhen, sollen externe Substrate, z. B. aus der Landwirtschaft, mitverwertet werden.

Tabelle 20: Charakterisierung der Substrate und Auslegung der Biogasanlage für den Sommerbetrieb (OtterWasser)

Auslegung "Inkon" für Lübeck-Flintenbreite

Stand: 12.10.98

Erläuterungen: blau Grundlagenwerte zur Dimensionierung (vorgegebene Größen)
fett wichtige Dimensionierungswerte

Szenario Vakuumtoiletten mit Spülwasserverbrauch von 1,0 l/Spülung
Sommerbetrieb (Grünschnittanfall)

angeschlossene Einwohner 350 **E**

Schwarzwasser

			Fäkalien	Urin	Gesamt	
spezif.	**Wassermengen**	Menge	0,15	1,2	1,35	l/(E*d)
		Anzahl Spülungen	1	5	6	Spül/(E*d)
		spez. Toilettenspülwassermenge	1,2	1,2		l/Spülung
					8,6	l/(E*d)
Siedlung:	Fäkalien u. Urin		53	420	473	l/d
	Spülwasser		420	2100	2520	l/d
	Summe		473	2520	2993	l/d
		=	**0,47**	**2,52**	**2,99**	**m³/d**
	Feststoffmenge					
		spez. Feststoffanfall	45	60	105	g/(E*d)
		spez. org. Feststoffanfall	42	45	87	g/(E*d)
Siedlung:	TS		**15,8**	**21,0**	**36,8**	**kg TS/d**
	oTS		**14,7**	**15,8**	**30,5**	**kg oTS/d**
	Feststoffkonzentrationen					
	TS				**12,3**	**g TS/l** = 1,23 % TS
	oTS				**10,2**	**g oTS/l** = 1,0 % oTS
	oTS				83	%

Bioabfall

			Bioabfall	Grünschnitt	Cosubstrat	gesamt	
spezif.	**Ausgangsdat.:**	spez. Bioabfallmenge	80	72	0	152	kg/(E*a)
		geschätzte Dichte	0,6	0,6	0		t/m³
		spez. Volumen	133	120	0	253	l/(E*a)
		Feststoffanteil	40	17	17		% TS
		org. Feststoffanteil	55	90	90		% oTS
		spez. Feststoffanfall	32	12,24	0	44,2	kg TS/(E*a)
		spez. org. Feststoffanfall	17,6	11,0	0,0	28,6	kg oTS/(E*a)
	Tageswerte						
		spez. Bioabfallmenge	219	197	0	416	g/(E*d)
		spez. Volumen	0,36	0,33	0	0,69	l/(E*d)
		spez. Feststoffanfall	88	34	0	121	g TS/(E*d)
		spez. org. Feststoffanfall	48	30	0	78	g oTS/(E*d)
Siedlung	**Menge**		**77**	**69**	**0**	**146**	**kg/d**
	Volumen		**126**	**116**	**0**	**242**	**l/d**
	Feststoffmenge						
		TS	**30,7**	**11,7**	**0**	**42,4**	**kg TS/d**
		oTS	**16,9**	**10,6**	**0**	**27,5**	**kg oTS/d**
	Feststoffkonzentrationen						
		TS	**244**	**101**	**0**	**175**	**g TS/l** = 17,5 % TS
		oTS	**134**	**91**	**0**	**114**	**g oTS/l** = 11,4 % oTS
		oTS	55	91	0	65	%

Die Gegenüberstellung des mittleren Jahresbetriebs und des Betriebs während der Zeiträume Sommer und Winter und damit die Grundlage der Dimensionierungswerte für die Biogasanlage für 350 Personen zeigt die Tabelle 21.

Tabelle 21: Gegenüberstellung verschiedener Betriebszustände der Biogasanlage (OtterWasser)

		Jahresdurch-schnitt	Sommer	Winter
Input Biogasreaktor				
Mengen				
Schwarzwasser	l/d	2.993	2.993	2.993
Bioabfall	l/d	126	126	126
Grünschnitt	l/d	81	116	0
Gesamt	**l/d**	**3.200**	**3.235**	**3.119**
Feststoffe				
Schwarzwasser	kg TS/d	36,8	36,8	36,8
Bioabfall	kg TS/d	30,7	30,7	30,7
Grünschnitt	kg TS/d	8,2	11,7	0,0
Gesamt	**kg TS/d**	**75,7**	**79,2**	**67,5**
Summe				
Schwarzwasser	kg oTS/d	29,8	29,8	29,8
Bioabfall	kg oTS/d	16,9	16,9	16,9
Grünschnitt	kg oTS/d	7,4	10,6	0,0
Gesamt	**kg oTS/d**	**54,1**	**57,3**	**46,7**
	kg TS/m^3	**23,7**	**24,5**	**21,6**
Biogasreaktor				
Schlammalter bei gew. Volumen	d	21,9	21,7	22,5
Feststoffbelastung	kg TS/(m^3*d)	0,8	0,8	0,7
Output Biogasreaktor				
Volumen	l/d	3.200	3.235	3.119
Feststoffe	kg TS/d	45,6	47,7	41,8
org. Feststoffe	kg oTS/d	24,7	25,8	21,0
	kg TS/m^3	14,2	14,7	13,4
Biogas	m^3/d	25	26,3	21,0
Behälterabmessungen				
erforderlich				
Biogasreaktor	m^3	67,1	67,9	65,4
Gasspeicher	m^3	12,5	13,2	10,5
Schlammspeicher	m^3	22,4	22,6	21,8
Gewählt				
Biogasreaktor	m^3		70	
Gasspeicher	m^3		18	
Schlammspeicher	m^3		25	

Um den optimalen Prozessverlauf der Vergärung und eine sichere Hygienisierung zu gewährleisten, werden die Bioabfälle und das Schwarzwasser in einem Vorlage-behälter gesammelt (), der ein Tagesvolumen fassen kann. Die Beschickung des Behälters ist abhängig von dem Entleerungszyklus des Vakuumpufferbehälters.

Abbildung 54: Misch- und Hygienisierungsbehälter mit Bioabfallzerkleinerung (OtterWasser).

Die Belüftung des Behälters erfolgt über Raumluft, die Abluft wird über den Biofilter geleitet. Der diesem Vorlage- und Mischbehälter nachgeschaltete Verfahrensablauf erfolgt chargenweise in Intervallen. Das Tagesvolumen wird in den Hygienisierungsbehälter gepumpt. Um einen phyto-, human- und veterinärhygienisch einwandfreien Gärrückstand zu erhalten, ist eine Hygienisierung des gesamten Mischsubstrats vorgesehen. Abbildung 53 verdeutlicht die abtötende Wirkung einer Hitzeeinwirkung auf unterschiedliche Krankheitserreger. In dem schraffierten Sicherheitsbereich kann eine vollständige Abtötung aller Krankheitserreger erwartet werden (Bau und Pöpel 1986).

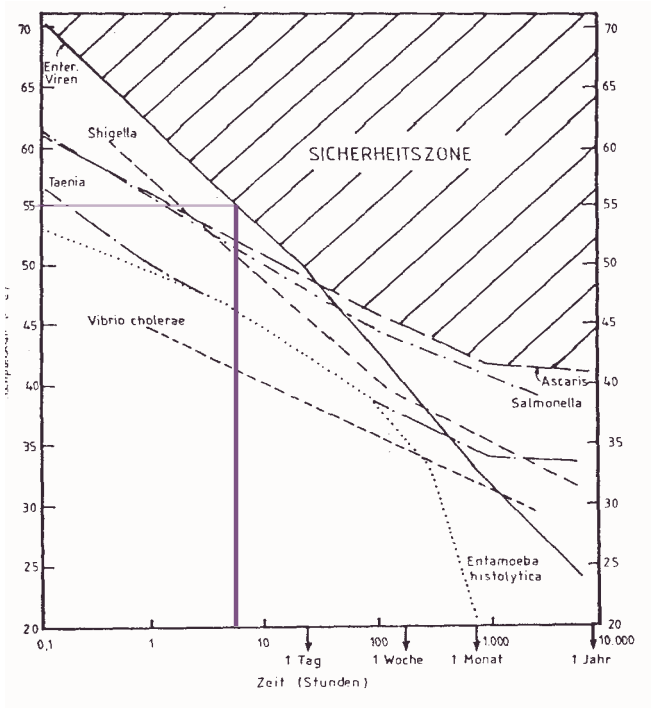


Abbildung 53: Einfluss von Zeit und Temperatur auf einige Krankheitserreger (Faechem und Bradley 1983).

Neuere Untersuchungen, die sich intensiv mit der Reduzierung von Krankheitserregern in Biogasanlagen beschäftigt haben, zeigen die Gleichwertigkeit verschiedener Verfahren der Hygienisierung (vgl. Tabelle 22).

Tabelle 22: Gleichwertigkeit kontrollierter Temperaturen zu einer Hygienisierung bei 70°C und 1 Stunde Einwirkungszeit (Bendixen 1997)

Temperatur [°C]	garantierte Mindestaufenthaltszeit in einem thermophilen Gärbehälter	garantierte Mindestaufenthaltszeit in einem besonderen Hygienisierungsbehälter - vor oder nach der Vergärung in einem mesophilen Behälter[1)]
52,0	10 Stunden	
53,5	8 Stunden	
55,0	6 Stunden	7,5 Stunden
60,0		3,5 Stunden
65,0		1,5 Stunden

[1)] mesophile Gärtemp. zwischen 20°C und 52°C, hydraulische Verweilzeit > 14 Tage

Die Hygienisierungsstufe wird im Chargenbetrieb mit einer Aufenthaltszeit von 10 h bei 55°C betrieben. Alternativ kann aber auch der Betrieb der Hygienisierung für 1 Stunde bei 70°C gefahren werden.

Tabelle 23: 24-h-Zyklus der Hygienisierungsstufe (OtterWasser).

Betriebsweise	Dauer
Beschicken	1,0 h
Aufheizen auf 55°C	5 h
Hygienisierung bei 55°C	10 h
Entleerung	8 h

Ein Rührwerk sorgt für die Durchmischung und Wärmeverteilung im Hygienisierungsbehälter. Das erforderliche Temperaturniveau wird über eine entsprechende Regelung sichergestellt. Die Be- und Entlüftung des Behälters erfolgt analog zu den anderen Behältern.

Der zentrale Prozessschritt ist die anaerobe Vergärung. Der Vergärungsprozess erfolgt in einem abgeschlossenen Behälter, der gemeinsam mit dem Speicherbehälter vor dem Gemeinschaftshaus platziert ist. Der Vergärungsbehälter arbeitet in mesophiler Betriebsweise bei 38°C. Der Behälter mit einem Füllvolumen von 70 m^3 ist für eine minimale Aufenthaltszeit von 22 Tagen ausgelegt. Der Fermenter wird als liegender Gärkanal ausgeführt.

Zur Reduzierung der Wärmeabstrahlung wird der Reaktor isoliert. Eine Dosiereinrichtung für Luft soll eine Entschwefelung des sich bildenden Biogases erreichen. Die eingeblasene Luftmenge beträgt zwischen 3% und 5% des gebildeten Biogases. Das in Folge der Beschickung verdrängte Volumen gelangt über den Überlauf in den Speicherbehälter. Zur Gas- und Schlammspeicherung wird ein Behälter mit einer Folienabdeckung eingesetzt.

Abbildung 54: Der Vergärungsbehälter der Biogasanlage.

Der Schlammspeicher ist für eine Aufenthaltszeit von sieben Tagen bei maximaler Beschickung ausgelegt (Volumen 25 m^3). Das bei der Restausgasung des Gärrückstands entstehende Gas entweicht in den Raum über der Flüssigkeit. Dieser Raum wirkt als Ausgleich täglicher Schwankungen der Gasproduktion und ist für den Halbtagesgasanfall dimensioniert (18 m^3).

Die Folie in diesem Behälter wird bis an die Behältersohle ausgeführt, so dass kein Gas in den Raum oberhalb der Folie entweichen kann. Der Raum oberhalb der Gasblase wird über den Biofilter entlüftet. Das Biogas verlässt den Fermenter in flüssigkeitsgesättigtem Zustand. Vor der Verwertung im Blockheizkraftwerk erfolgt eine Trocknung durch Kühlung. Das anfallende Kondensat, welches in einer Menge von ca. 20 g/m^3 Biogas (bei 4°C) anfällt, wird in den Vergärungsreaktor zurückgeführt.

6.6.1.6 Verwertung des Biogases und der Biomasse

Das anfallende Biogas wird nach seiner Speicherung und Trocknung in einem Blockheizkraftwerk (vgl. Abbildung 38, S. 125) verwertet, das ansonsten mit Erdgas betrieben wird. Der jährliche Ertrag an Biogas wird auf 9 m^3 geschätzt, der Heizwert liegt bei ca. 6,5 kWh/m^3.

Die Zusammensetzung und voraussichtliche Qualität des Flüssigdüngers lässt sich auf der Grundlage der Zusammensetzung von Fäkalien und Bioabfall bzw. Grünschnitt wie in Tabelle 24 dargestellt abschätzen.

Tabelle 24: Zusammensetzung des Flüssigdüngers (OtterWasser)[103]

Zusammensetzung		Jahresdurch-schnitt	Sommer	Winter
TS	g TS/l	14,3	14,8	13,4
TS	%	1,4	1,5	1,3
OTS	g oTS/l	7,7	8,0	6,7
MTS	g mTS/l	6,5	6,8	6,7
N_{ges}	mg/l	1343	1364	1291
N_{TS}	mg/l	685	718	607
$N_{flüssig}$	mg/l	657	646	684
P	mg/l	251	254	244
K	mg/l	391	395	381

Der Gärrückstand soll in wöchentlichem Abstand als hygienisierter Flüssigdünger von Landwirten mit Saugwagen abgeholt werden. Ein Maschinenring aus der Umgebung hat sein Interesse und seine Bereitschaft bereits erklärt, diesen Flüssigdünger abzunehmen und zwischenzuspeichern. Gleichzeitig soll er auch die Verteilung des Flüssigdüngers auf die zur Verfügung stehenden Anbauflächen übernehmen. Die landwirtschaftliche Verwertung hat dabei nach der Bioabfall- und Kompostverordnung zu erfolgen.

Bei Versagen der Biogasanlage greift ein zweistufiges Notfallkonzept. Als kurzfristige Lösung wird das Gemisch aus Bioabfall und Schwarzwasser mit Hilfe der vorhandenen Pumpen über die Notfallleitung in den Speicher an der Paul-Gerhard-Straße gepumpt. Von dort kann es per Saugwagen entsorgt werden. Als langfristige Lösung ist ein Umbau in eine aerobe Behandlungsanlage möglich.

6.7 Der Tiefbau

Im Rahmen des Tiefbaus wurden sämtlichen Arbeiten zur Erschließung des Siedlungsgeländes, die Erdarbeiten außerhalb des Gebäudes für die Energieversorgung sowie die Wasserver- und -entsorgung erfasst. Darüber hinaus fallen neben der Herstellung der Siedlungsstraße (inkl. des Unterbaus und der Beleuchtung) die Errichtung des Spielplatzes und die Bepflanzung des Geländes in den Verantwortungsbereich des Ingenieurbüros Reese.
Hingegen unterliegen die Tiefbauarbeiten ‚unterhalb' der Gebäude den Verantwortlichkeiten der einzelnen Fachplaner. Die Außenanlagen für die Reihen- und Doppelhäuser sowie der gesamte Komplex des Geschosswohnungsbaus sind ebenfalls nicht Bestandteil des Tiefbaus. Wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln angedeutet, wurde auch bei den Arbeiten im Bereich des Tiefbaus das Ziel eines schonenden Umgangs mit Ressourcen verfolgt, was sich z. B. auch in dem planungsbegleitenden Baustellenmanagement widerspiegelt. Abseits der Entsorgung zweier Betonfundamente auf dem Baugelände, die als ehemalige Mastfundamente der Hochspannungsleitung eingesetzt waren, konnte das Ausmaß der Bodenbewegungen reduziert werden. Dies wurde u. a. dadurch erreicht, dass der Oberboden von den herzustellenden Wege- und Leitungsstraßen geräumt und im Baustellenbereich zwischengelagert wurde, um anschließend in unmittelbarer Umgebung wieder eingesetzt zu werden. So wurden z. B. die

[103] In der Kalkulation ist für den Parameter Stickstoff eine Unterscheidung in die in fester (N_{TS}) und in flüssiger ($N_{flüssig}$) Form vorliegende Fraktion vorgenommen worden.

Lücken im vorhandenen Knickwall mit einem Kern aus dem Aushubboden aufgesetzt und mit dem zwischengelagerten Oberboden angedeckt.

Darüber hinaus wurden wiederverwendbares Geröll, Schotter oder Kiessand im Baustellenbereich zwischengelagert und später wieder eingebaut und verdichtet. Des Weiteren wurde Recyclingmaterial mit Güteüberwachung und Einbaugenehmigung des Umweltamtes geliefert und im Bereich der Baustraße und der späteren Parkplätze eingebaut. Ein Suchgraben in Handschachtung für das Auffinden von Kabeln und Leitungen wurde hergestellt und nach Feststellung lagenweise verfüllt und verdichtet.
Bei Teilen der Tiefbauarbeiten, die besondere Anforderungen an den Grad der Bodenverdichtung, Versickerungsfähigkeit etc. stellen, wurde der ursprüngliche Boden entfernt und z. B. durch Füllböden, Sand, Lehm oder Kies ersetzt.
Neben den genannten Erdarbeiten fallen diesem Gewerk auch die Pflanzungen zu. So ist perspektivisch die Pflanzung diverser Eichen, Ebereschen, Apfelbäume, Kirschbäume, Birnenbäume inkl. Baumverankerung bestehend aus Holzpfählen vorgesehen. Darüber hinaus sollen Schlehen, Haselnusssträucher, Stieleichen, Hundsrosen, Brombeeren, Holunder, Weißdorne und Hainbuchen gepflanzt werden. Die geschlossene Pflanzung soll dann für die Dauer von 3 Jahren von der Firma Galabau gepflegt werden.

6.7.1 Das Mobilitätskonzept

Die Anbindung an den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) erfolgt über die Paul-Gerhardt-Straße (ca. 200 m entfernt). An deren Einmündung befinden sich die Haltestellen mehrerer Buslinien der Stadtwerke Lübeck. Zur Überbrückung größerer Distanzen stehen die Anschlussstelle der A1 Lübeck Mitte, die sich ca. 1200 m entfernt befindet, sowie der Lübecker Hauptbahnhof, der ca. 3000 m bzw. 12 Busminuten entfernt ist, zur Verfügung. Die angrenzenden Hauptverkehrsachsen Segeberger Landstraße/Krempelsdorfer Allee und die Friedhofsallee sind beidseitig mit Radwegen ausgestattet. Über den Wanderweg am Landgraben lässt sich das Zentrum von Stockelsdorf fußläufig und mit dem Rad ohne Querung einer Straße erreichen.

Das Wohngebiet wird durch eine Privatstraße erschlossen, die als Wohn- und Spielstraße geplant ist. In der Erschließungsstraße sind keine Stellplätze angeordnet, die nach LBO nachzuweisen sind. Diese befinden sich am Eingang der Siedlung in einer Gemeinschaftsstellplatzanlage. Um den Flächenverbrauch zu reduzieren, wurde ein Teil der Stellplätze in einer zweigeschossigen Parkpalette angeordnet. Damit ist die Siedlung nahezu autofrei. Car-sharing soll auf dem Grundstück des Gemeinschaftshauses als fester Bestandteil des Konzeptes und von der Genossenschaft STATT AUTO angeboten werden. Für den Wohnungsbau wuden nach der neuen LBO 0,7 Stellplätzeung angesetzt. Die Abstellflächen für Fahrräder wurden in den mittlerweile erstellten Fahrradgaragen nachgewiesen. Gleichzeitig sind hier auch die Sammelbehälter für die Fraktionierung der anfallenden Abfälle vorzufinden.

In unmittelbarer Nähe, teilweise an das Grundstück angrenzend, befinden sich alle erforderlichen infrastrukturellen Einrichtungen. Eine zweizügige Grund- Haupt- und Realschule, ein Kindergarten und die Einrichtungen der ev. Kirchengemeinde St. Lazarus liegen dierekt in der Paul-Gerhardt-Straße. Die Einkaufsmöglichkeiten in der angrenzenden Friedhofsallee, Krempelsdorfer Allee und im Zentrum von Stockelsdorf (Einkaufszentrum) sind umfangreich und alle in fußläufiger Entfernung (200-600 m) zu erreichen. Das Stadtzentrum Lübeck liegt ca. 4000 m von der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite entfernt.

6.8 Weitere Aspekte

Der nachfolgende Abschnitt soll aufzeigen, dass den Planern neben der wirtschaftlichen Realisierbarkeit und der Schonung natürlicher Ressourcen auch Punkte wie das generationsübergreifende Zusammenleben, die Verwendung ‚gesunder' Baustoffe sowie die Schaffung gemeinschaftlicher Räume ein besonderes Anliegen waren. So soll die verschiedenartige Bebauung in Verbindung mit der Schaffung siedlungseigener Grünflächen für eine soziale und generationsübergreifende Durchmischung der Bewohnerstruktur sorgen und Möglichkeiten der Kommunikation bieten. Das Gefühl der Zusammengehörigkeit soll auch durch das Vorhandensein eines Gemeinschaftshauses gefördert werden, das auf vielfältige Art und Weise genutzt werden kann, z. B. als Spielstätte für Kinder oder als Veranstaltungsraum für Vorträge, Feste o..

Alle Häuser wurden bzw. werden unter dem Gesichtspunkt des ‚umweltverträglichen Bauens' mit ‚wohngesunden' Baustoffen im Rahmen der Kostengrenzen des öffentlich geförderten Wohnungsbaus erstellt. Damit haben die Planer das Ziel verfolgt, zukunftsorientiertes Bauen einer großen Gruppe von Erwerbern zugänglich zu machen. Neben der Verwendung ‚wohngesunder' Baustoffe wird besonderer Wert auf einen vernünftigen Schallschutz gelegt, der maßgeblich für das Wohlfühlen im eigenen Haus verantwortlich ist, insbesondere bei der vorliegenden verdichteten Bebauung. Im Bereich der Erdgeschosse der Mehrfamilienhäuser wird darüber hinaus zusätzlicher Wert auf seniorengerechtes Bauen gelegt. Die Fertigstellung der Mehrfamilienhäuser kann aber erst nach der Einbindung eines neuen Investors angegangen werden.

Bei der Planung des Spielplatzes, der bei Bebauungsmaßnahmen in dieser Größenordnung verpflichtend ist, haben die Planer auf eine wirklich kindgerechte Gestaltung geachtet und insbesondere die harmonische Integration in die siedlungsumgebende Landschaft angestrebt. Diese Bemühungen äußern sich u. a. darin, dass der Spielplatz deutlich größer als gesetzlich vorgeschrieben ist und die geplanten Spielgeräte auch dem ganzheitlichen Baustoffgedanken entsprechen, der sich bereits in den übrigen Siedlungsgebäuden widerspiegelt.

Für das Funktionieren von neuen Sanitärkonzepten, die eine enge Verzahnung mit anderen Bereichen zeigen, ist die Errichtung von Betreibergesellschaften sinnvoll. Für das vorgestellte Beispiel mit dem System BHKW, Sonnenkollektoren, Vakuumsystem, Biogasanlage und Grauwasserreinigung wurde eine Betreibergesellschaft gegründet, der alle Eigentümer angehören. Die Betreibergesellschaft finanziert die Infrastruktur vor, wird den Betrieb gewährleisten und durch Gebührenumlagen finanzieren. Trotz höherer Investitionskosten scheinen neue Systeme der Ver- und Entsorgung wirtschaftlich darstellbar, da die Betriebskosten erheblich geringer sind als für das herkömmliche Abwassersystem.

Mit diesem Abschnitt endet der deskriptive Teil der vorliegenden Arbeit. In der Folge sollen die einzelnen Bestandteile der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite hinsichtlich ihres Beitrages zu einer nachhaltigen Entwicklung analysiert und beurteilt werden. Als Grundlage dazu dient ein Satz von Indikatoren, der als Bewertungsraster zusammengestellt wurde. Obwohl Indikatoren eine auffallende Bedeutung im Bereich der Politik und Wissenschaft beigemessen wird (vgl. Kapitel 4) und auf den unterschiedlichsten Ebenen bereits vielfältige Indikatorensysteme entwickelt wurden, betritt die vorliegende Arbeit Neuland in Bezug auf das Untersuchungsobjekt der Siedlungsebene und die darin gewählten Systemgrenzen. Selbstverständlich wird bei der Auswahl der (Siedlungs-)Indikatoren auf Indikatoren bestehender Systeme zurückgegriffen und deren Anwendbarkeit überprüft. Der Autor möchte mit der gewählten Herangehensweise Defizite hinsichtlich der gesellschaftlichen, politischen und wissenschaftlichen Diskussion aufzeigen sowie Probleme der Datenverfügbarkeit herausarbeiten.

„Alle Partner der Habitat Agenda, einschließlich kommunaler Behörden, des privaten Sektors sowie Gemeinden, sollten regelmäßig ihre eigenen Leistungen bei der Umsetzung der Habitat Agenda durch vergleichbare Wohn- und Siedlungs-Indikatoren sowie dokumentierte Best Practices prüfen und beurteilen ....“

Quelle: Habitat Agenda, Par. 240

7 Die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite auf dem Nachhaltigkeits-Prüfstand

Dieses Kapitel verfolgt das Ziel der quantitativen Analyse und Einordnung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite im Vergleich mit anderen Siedlungsvorhaben bzw. Komponenten von Siedlungsvorhaben unter Verwendung des EDV-Werkzeugs GaBi sowie ausgewählter Elemente der COMPASS-Methodik (vgl. Kap. 5). Zu diesem Zweck werden die in Kapitel 4.5 vorgeschlagenen 15 Indikatoren in einem ersten Schritt auf das Gewerk Hochbau angewendet.

Für den Bereich des Abwassers, dessen umfassende Betrachtung zu Beginn der vorliegenden Arbeit ebenfalls geplant war, konnte eine Bewertung in dem geplanten Umfang nicht durchgeführt werden, da der Baufortschritt zu viele Verzögerungen aufwies[104]. Für diesen Bereich wurden folglich nur die vorgeschlagenen ökologischen Indikatoren in vollem Umfang angewendet. Bei den ökonomischen Indikatoren wird von dem vorgeschlagenen Erhebungsmuster abgewichen und eine kurze Einschätzung auf Basis der Unterlagen des ausführenden Planungsbüros OtterWasser vorgenommen. Zur Einschätzung der Sozialverträglichkeit dieses neuen Abwasserkonzeptes wird anstelle der geplanten Beurteilung anhand der fünf vorgesehenen sozialen Indikatoren eine Befragung bei den bereits eingezogenen Bewohnern hinsichtlich der Akzeptanz des Konzeptes durchgeführt.

Auf Grund einer unzureichend validen Datenbasis für das Gewerk Energie sowie der mutmaßlich untergeordneten Relevanz des Gewerks Tiefbau werden diese beiden Gewerke im Anschluss an die quantitative Analyse des Hochbaus und des Abwassers primär nur qualitativ bewertet. Als Basis der Analyse dienen die in Kapitel 6 durchgeführten Beschreibungen der einzelnen Gewerke.

Mit Hilfe der in Kap. 5 erläuterten Elemente der COMPASS-Methodik werden darauf aufbauend Bewertungsskalen ($COMPASS_{analyse}$) erstellt, die (in Anlehnung an das deutsche Schulnotensystem) eine Beurteilung von 1 bis 6 erlauben. Die Note 4 stellt den ‚Stand der Technik’, die Note 1 den gegenwärtig wünschenswerten Zielraum für die zu Grunde liegende Dienstleistung dar. Auch wenn diese Zielräume subjektiv gewählt wurden, fußen sie dennoch auf den Status Quo-Betrachtungen der Kap. 2 und 3. Sie dienen somit als gegenwärtig erkennbare ‚Landeplätze’ zukunftsfähigen Handelns von Seiten der unterschiedlichen Akteure, z. B. der Politik, der Unternehmen, der Wissenschaft etc.

Um auch die Kommunikation der erzielten Ergebnisse mit fachfremden Menschen zu erleichtern, wird das so genannte Netzdiagramm (vgl. Kap. 4.4.4) als ein Element des $COMPASS_{radar}$ zur Visualisierung gewählt. Dieses Netzdiagramm besteht aus den gewählten 15 Indikatoren als Achsen des Diagramms, die zusätzlich eine Sechsteilung (vgl. Abbildung 75) entsprechend der Benotung aufweisen. Dieses Netzdiagramm kann u. a. auch Bestandteil eines Produktnachweises sein. Gerade im Hinblick auf aktuelle Diskussionen hinsichtlich einer

[104] Dies gilt zwar auch für den Bereich des Hochbaus, für den der Verfasser jedoch eine umfassendere Fachkenntnis besitzt und über Vergleichswerte verfügt.

möglichen Einführung einer Gebäudedokumentation könnte das Netzdiagramm auf Siedlungsebene perspektivisch z. B. innerhalb eines Gebäudepasses verwendet werden (vgl. Abbildung 30, S. 110), wie dies bereits im $COMPASS_{ausweis}$ demonstriert worden ist.

Damit ein solcher Ausweis auch für Mieter eine wirkliche Hilfe darstellt, müssten die Indikatoren sowie deren Beurteilung einem festgelegten Verfahren unterzogen werden. Die große Akzeptanz der Energieeffizienzklassen der ‚weißen Ware-Geräte' ließe sich dann ggf. auch auf den Gebäudesektor übertragen. Diesbezügliche Bestrebungen sind auf der Ebene der OECD bereits in der Diskussion.

Auf Grund des Ansatzes, bei der Wahl der Indikatoren sowohl ökologische, ökonomische und soziale Belange als auch die verschiedenen Phasen eines längeren Betrachtungszeitraumes (in dieser Arbeit 80 Jahre) sowie die diversen Akteure möglichst in ihrer Gesamtheit zu berücksichtigen, ergibt sich, dass nicht bei jeder Ebene der gewerkebezogenen Einzelbetrachtung alle Indikatoren zur Anwendung kommen. Als ein Beispiel sei an dieser Stelle nur auf einige der sozialen Indikatoren verwiesen, wie z. B. die Einkommensstruktur, die mit einer entsprechenden Spreizung innerhalb eines Quartiers durchaus eine Aussagekraft hinsichtlich der finanziellen und damit ggf. auch der milieuübergreifenden Durchmischung aufweist.[105] Dieser Indikator findet somit auf der obersten Ebene, der Siedlungsebene, seine Berechtigung, trägt aber auf den untergeordneten Ebenen, wie z. B. der Gewerkeebene, nicht zur Beurteilung ihres spezifischen Beitrages für eine nachhaltige Entwicklung bei. Eine kritische Würdigung der Praxistauglichkeit sowie der Aussagekraft dieses Ansatzes wird in dem abschließenden Kapitel 8 vorgenommen.

7.1 Die Vorgehensweise

Bei der Erarbeitung einer Nachhaltigkeitsbewertung auf Siedlungsebene wird für die ökologische Bewertung die in Kap. 4.4.1 dargestellte Bilanzierungssoftware GaBi eingesetzt. Da die GaBi-Datenbank zu Beginn der Arbeit eine Reihe von notwendigen input- und outputseitigen Informationen nicht beinhaltete, wurde sie so angepasst und ergänzt, dass sie nunmehr in der Lage ist, neben den relevantesten outputseitigen Parametern wie dem GWP etc. auch die inputseitigen Parameter wie KEA[106] und MIPS (vgl. Kap. 4.4.3) zu berechnen. Für eine Ergänzung der prozess- oder produktbezogenen Emissionen in GaBi wird die GEMIS-Datenbank (vgl. Kap. 4.4.2) herangezogen.

Auf Basis einer erstellten Sachbilanz für die Gebäude und das Abwassersystem der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite können dann innerhalb der GaBi-Software Flüsse, Prozesse und Pläne erstellt werden (vgl. Abbildung 55), die in einer abschließenden Bilanz (vgl.) für eine Reihe von Indikatoren wie KEA, GWP etc. einzeln erstellt werden können.

[105] Eine dementsprechende Durchmischung wird in der gängigen Fachliteratur (vgl. u. a. Ursula Hansen und Schrader 2001) als ein positiver Beitrag für eine nachhaltige Quartiersentwicklung gewertet.

[106] Als KEA-Grundlage diente die ProBas-Datenbank des Umweltbundesamtes, die unter http://www.oeko.de/service/kea/dateien/daten-html/index.htm zu finden ist.

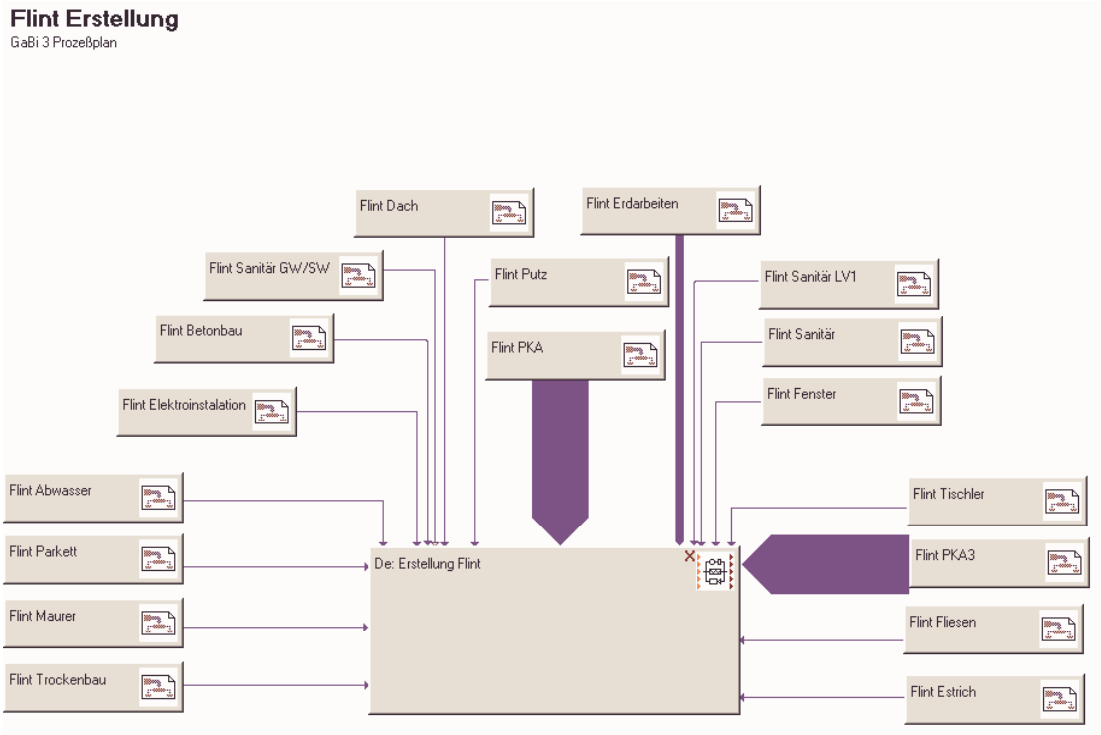


Abbildung 55: Darstellung der Planebene in GaBi.

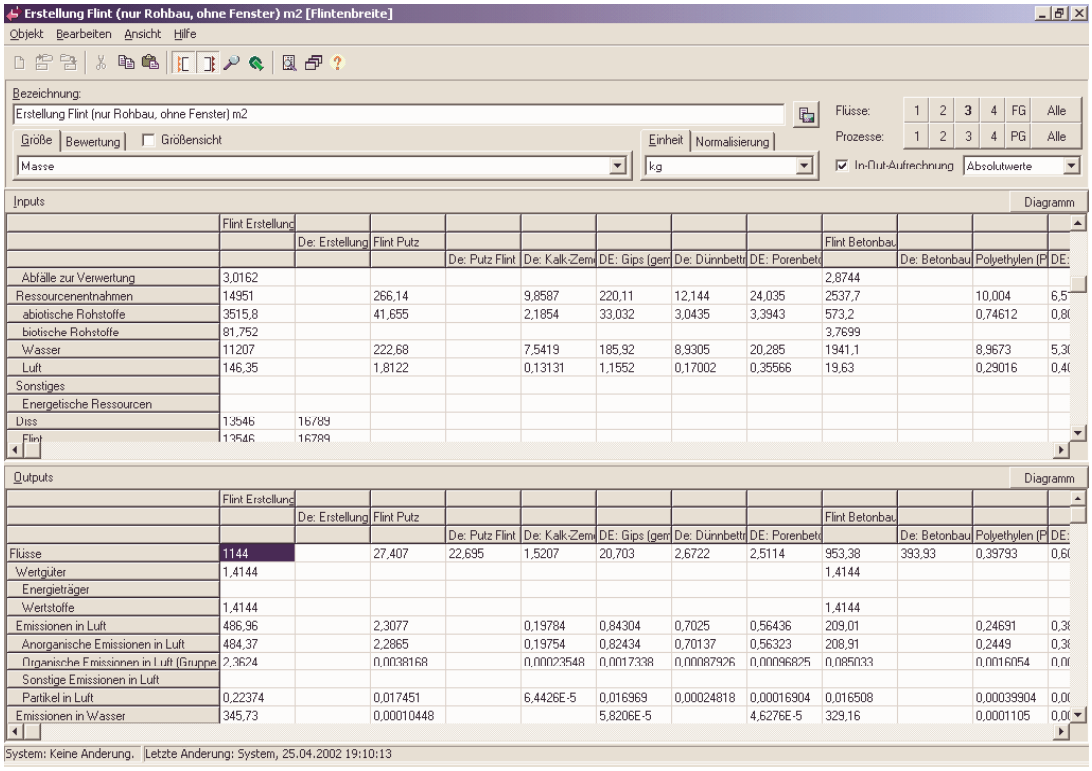


Abbildung 56: Darstellung der Bilanzebene in GaBi.

Auf eine weiterführende Erläuterung der Funktionsweise soll an dieser Stelle verzichtet werden, da es zu keinem Erkenntnisgewinn im Sinne der vorliegenden Arbeit führt. Stattdessen sei auf die Produkthomepage [107] verwiesen.

Für die ökonomische und soziale Bilanzierung und Bewertung werden diverse Quellen verwendet. Neben den in den Kap. 4.4.4 und 4.4.5 dargestellten Hilfen kommen Angaben der Statistischen Landes- und Bundesämter zur Anwendung. Konkret siedlungsbezogene Informationen resultieren aus persönlichen Gesprächen bzw. Planungs- und Dokumentationsunterlagen der Planer der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite. Spezifizierende Erläuterungen zu den verwendeten Quellen werden in den jeweiligen Abschnitten gegeben.

Die nachfolgende Nachhaltigkeitsbilanz zur Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite ist zwar in der Abfolge der einzelnen Dimensionen getrennt ausgewiesen, versucht aber durch eine integrierte Ergebnisdarstellung und -bewertung, die alle drei Dimensionen gleichgestellt berücksichtigt, der Kausalität der Interdependenzen gerecht zu werden.

7.1.1 Die Systemgrenzen des Hochbaus

7.1.1.1 Die Systemgrenzen des Doppelhauses

Die Wahl der Doppelhäuser als stellvertretende Bilanzobjekte der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite bietet sich an, da sie die charakteristische Bauweise der Reihenhäuser widerspiegeln, ohne dass aber die energetisch relevante Unterscheidung hinsichtlich der Reihenend- bzw. -mittelhäuser vorzunehmen ist. Sie stellen somit einen idealen Durchschnitt der bisher erstellten Wohngebäude in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite dar. Hinsichtlich des Geschosswohnungsbaus sind sicherlich bauformspezifische Unterschiede zu beachten, die in einem qualitativen Teil kurz ausgeführt werden.

Im Rahmen der ökologischen Betrachtung der Doppelhäuser sind abweichend von der ökonomischen und sozialen Betrachtung nur die relevantesten Positionen berücksichtigt worden, um den Erhebungsaufwand einzuschränken. Damit dies jedoch nicht zu einer Reduzierung der Aussagekraft führt, stützte sich der Autor bei der Auswahl der erhebungsrelevanten Positionen auf die Vorarbeiten von z. B. (Declan Kennedy und Kennedy 1998, Margrit Kennedy und Hass-Arndt 2001, Niklaus Kohler und Hassler 1999, Nikolaus Kohler 2000, Enquete-Kommission 1998, Wallbaum und Herzog 2001, Wallbaum et al. 2000,Wallbaum et al. 1999).

Im Rahmen der ökologischen Betrachtung wurden folgende Positionen bei der Bilanzierung eines Doppelhauses mit zwei Wohneinheiten und 342 m^2 DIN-Gebäudenutzfläche berücksichtigt:

- die Gründung des Gebäudes,
- die komplette Gebäudehülle inkl. der Fenster und Türen,
- die Erneuerung der erneuerungsbedürftigen Bauteile gemäß des Leitfadens Nachhaltiges Bauen des (BMVBW 2001) für eine angenommene Gebäudelebensdauer von 80 Jahren (Dach 40a; Fenster 25a; Dämmung 25a; Fliesen 20a; Sanitär 20a; Putz 20a; Estrich 40a; Parkett 25a),
- die Innenwände,
- die interne Treppe,
- der Energiebedarf zur Deckung des Heizwärmebedarfs für den gesamten Lebenszyklus und

[107] Weitere Informationen zu GaBi sind zu erhalten unter http://www.gabi-software.com

- die geschätzten Aufwendungen für die Elektroinstallation der Gebäude.

Auf Grund der fehlenden Datengrundlage für das Doppelhaus in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite bzw. der für einen Vergleich erforderlichen Referenzdaten, konnten folgende Positionen im Rahmen der ökologischen Betrachtung nicht berücksichtigt werden:

- der Trinkwasserverbrauch in der Nutzungsphase,
- die verkehrsbedingten Aufwendungen,
- der Stromverbrauch in der Nutzungsphase und
- die Haustechnik.

7.1.1.2 Die Systemgrenzen der Referenzgebäude

Als Referenz dienen vier Wohngebäude aus einer unveröffentlichten Studie des Wuppertal Institutes im Auftrag einer nordrhein-westfälischen Wohnungsbaugesellschaft sowie das Verwaltungsgebäude der Technischen Werke Osning (TWO) in Halle/Westfalen, welches im Rahmen einer von dem Verfasser betreuten Diplomarbeit untersucht wurde (Hein und Saulich 2001).

Die vier Wohngebäude weisen folgende Charakteristika auf:

- *Haus 1:* Ein Reihenhaus mit 114 m² Wohnfläche in zwei Geschossen und im teilweise ausgebauten Dachgeschoss. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Die Außenwände bestehen aus zweischaligem Mauerwerk mit Kerndämmung. Der Jahresheizwärmebedarf des Gebäudes liegt nach der WSchV 1995 bei rd. 61,9 kWh/m^{2}a (A/V 0,52 m^{-1}).
- *Haus 2:* Ein Doppelhaus mit 118 m² Wohnfläche in einfacher Ausbauvariante ohne Nutzung des Dachgeschosses. Das Haus ist vollständig unterkellert. Die Außenwände sind überwiegend zweischalig mit Kerndämmung, im Bereich der Zwerchgiebel jedoch in einschaligem Ziegelmauerwerk ausgeführt. Der Jahresheizwärmebedarf des Gebäudes liegt nach der WSchV 1995 bei rd. 65,7 kWh/m^{2}a (A/V 0,49 m^{-1}).
- *Haus 3:* Ein Reihenendhaus einer 3-er-Gruppe mit 116 m² Wohnfläche pro Wohneinheit ohne Nutzung des Spitzbodens. Das Gebäude ist vollflächig unterkellert. Die Außenwände sind überwiegend zweischalig mit Kerndämmung, im Bereich der zurückgesetzten Giebelseite und der Spitzbodenaußenwand dagegen als Holzständerwände ausgeführt. Der Jahresheizwärmebedarf des Gebäudes liegt nach der WSchV 1995 bei rd. 62,9 kWh/m^{2}a (A/V 0,65 m^{-1}).
- *Haus 4:* Ein Reihenhaus mit 96 m² Wohnfläche pro Wohneinheit ohne Berücksichtigung des Windfangs. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Das Gebäude ist in Holzrahmenbauweise erstellt. Der Jahresheizwärmebedarf des Gebäudes liegt nach der WSchV 1995 bei rd. 60 kWh/m^{2}a (A/V 0,79 m^{-1}).

Die Technischen Werke Osning können wie folgt beschrieben werden (Hein und Saulich 2001):

- Das Verwaltungsgebäude ist etwa 81 m lang, bis zu 12,30 m breit, hat zwei oberirdische und ein unterirdisches Geschoss, ist ein- bzw. zweiflügelig strukturiert und weist eine Bruttogeschossfläche von 2383,5 m² und einen Bruttorauminhalt von 8342,3 m³ auf. Es besteht aus einer Stahlbetonskelettkonstruktion mit Decken ebenfalls aus Stahlbeton. Die leichten Innenwände sind aus Gipskartonplatten auf einem Aluminiumgerüst hergestellt, um bei eventueller Nutzungsänderung möglichst flexibel reagieren zu können. Um den technischen Charakter des Unternehmens zu unterstreichen, wurde die weitgehend verglaste Fassade der Südostseite mit einer Mineralwolldämmung mit

Aluminiumbekleidung versehen. Zur Verschattung dienen hier Aluminiumlamellen, Nylonmarkisoletten und ein Kal-Zip-Vordach, welches die hochstehende Sommersonne abhält. Die Nordwestfassade besteht aus Kalksandsteingefachen mit einem Wärmedämmverbundsystem aus Mineralwolle und einem Kalkzementputz. Auf dieser Seite wurden die Neben- und Sozialräume errichtet, da diese nicht soviel natürliches Licht benötigen und die Fassade somit nur mit wenigen Fenstern durchbrochen werden musste. Das Dach besteht aus Stahlbeton, einer EPS-Dämmung und einem extensiven Gründach. Die erdberührenden Bauteile sind aus Stahlbeton erstellt und ebenfalls mit einer EPS-Dämmung versehen.

Für die Bilanzierung der vier Wohngebäude wurde folgende Positionen berücksichtigt:

- die Gründung der Gebäude,
- die Haustechnik,
- die Gebäudehülle ohne Fenster und Türen,
- bei zwei Gebäuden die Aufwendungen für die integrierten Keller und
- der Heizwärmebedarf über die Gebäudelebensdauer von 80 Jahren.

Nicht betrachtet wurden bei diesen Gebäuden:

- der Trinkwasserverbrauch in der Nutzungsphase,
- die verkehrsbedingten Aufwendungen,
- der Stromverbrauch in der Nutzungsphase,
- die Haustechnik,
- die Elektroinstallation,
- die Fenster und Türen sowie
- die Aufwendungen für die Erneuerung.

Für die Bilanzierung des TWO-Verwaltungsgebäudes wurde folgende Positionen berücksichtigt:

- die Gründung des Gebäudes,
- die Haustechnik,
- die Elektroinstallation,
- die Gebäudehülle inkl. Fenster und Türen,
- die Erneuerung der erneuerungsbedürftigen Bauteile, wobei jedoch auf Grund der abweichenden Gebäudeverwendung andere Erneuerungszeiträume als bei der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite angenommen wurden,
- die Aufwendungen für den Keller und
- der Heizwärmebedarf über die Gebäudelebensdauer von 80 Jahren.

Nicht betrachtet wurde bei diesem Gebäude:

- der Trinkwasserverbrauch in der Nutzungsphase,
- die verkehrsbedingten Aufwendungen und
- der Stromverbrauch in der Nutzungsphase.

Alle nachfolgenden Zahlen berücksichtigen weder die Transportaufwendungen für die Bereitstellung der Werkstoffe, Halbzeuge und Produkte, noch die Transporte dieser in den (Zwischen-) handel oder auf die Baustelle. Bei der Erhebung der Materialaufwendungen stützen sich die Bilanzierungen der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite sowie der vier Referenzgebäude auf die Auswertung der entsprechenden Leistungsverzeichnisse. Im Gegensatz dazu liegt der Bilanzierung des TWO-Verwaltungsgebäudes die Schlussrechnung zu Grunde.

Basierend auf den vorgenannten Unterlagen und unter Durchführung des in Kap. 7.1 beschriebenen Vorgehens ergibt sich die nachfolgende Ergebnistabelle (Tabelle 25) für die

relevantesten ökologischen Indikatoren eines Doppelhauses der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite.

Tabelle 25: Darstellung der Ergebnisse für die ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren

	Subprozess	Bezugs-größe	Abiot. Rohma-terial (kg)	Biot. Rohma-terial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht erneu-erbar (MJ)	KEA erneu-erbar (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
Flintenbreite	Flintenbreite gesamt über 80 a	m^2*a	118	4	122	358	19	11	13.304	8	15	13.327
	Flintenbreite gesamt pro m^2	m^2	9.460	320	9.780	28.618	1.554	877	1,1E+06	610	1.228	1,1E+06
	Flintenbreite gesamt	ohne	3,2E+06	1,1E+05	3,3E+06	9,8E+06	5,3E+05	3,0E+05	3,6E+08	2,1E+05	4,2E+05	3,6E+08
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²	3.516	82	3.598	11.2070	146	340	2.766	69	127	2.961
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²*a	44	1	45	140	2	4	35	1	2	37
	Betrieb (Gasverbrauch)	m²*a	4	k.A.	4	2	12	k.A.	13.230	7	13	13.249
	Betrieb (Gasverbrauch)	a	1.367	k.A.	1.367	560	4.080	124	4,5E+06	2.261	4.392	4,5E+06
	E-Technik	m²*a	8	k.A.	8	10	k.A.	k.A.	3	k.A.	k.A.	3
	Fenster	m²*a	0	k.A.	1	4	k.A.	k.A.	1	k.A.	k.A.	2
	Erneuerung	m²*a	62	3	65	202	6	6	35	k.A.	1	36
	Erneuerung	m²	4.968	203	5.170	16.130	440	483	2.839	5	59	2.902
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	ohne	1,2E+06	2,8E+04	1,2E+06	3,8E+06	5,0E+04	1,2E+05	9,5E+05	2,3E+04	4,3E+04	1,0E+06
	Betrieb (Gasverbrauch)	ohne	1,1E+05	0,0E+00	1,1E+05	4,5E+04	3,3E+05	9,9E+03	3,6E+08	1,8E+05	3,5E+05	3,6E+08
	E-Technik	ohne	213.600	k.A.	213.600	281.030	2.525	5.802	73.210	1.191	1.827	76.228
	Fenster	ohne	10.988	12.143	23.131	112.060	2.095	3.091	36.911	1.297	3.402	41.610
	Erneuerung	ohne	1,7E+06	6,9E+04	1,8E+06	5,5E+06	1,5E+05	1,7E+05	9,7E+05	1,7E+03	2,0E+04	9,9E+05

k.A.: für diese Positionen sind keine Aufwendungen bekannt X: für diese Positionen konnten keine Werte ermittelt werden

Für die nachfolgende Bewertung der Ergebnisse werden jedoch nur vier der in Tabelle 25 aufgelisteten Spalten näher betrachtet. Es sind dies die ausgewählten Indikatoren TMR, Wasser, GWP und der Summenwert des KEA. Um eine Vergleichbarkeit mit anderen Gebäuden zu erzielen, wird nur die erste Zeile der Tabelle mit ihrer Bezugsgröße Quadratmeter und Jahr (m^2*a) verwendet. Innerhalb des MIPS-Konzeptes stellt diese Festlegung die sogenannte Serviceeinheit dar. Das heißt, dass für die vorliegende Betrachtung die Serviceeinheit wie folgt definiert ist:

Die Bereitstellung eines Quadratmeters Gebäudenutzfläche bezogen auf ein Jahr inkl. der Aufwendungen für die Deckung des Heizwärmebedarfs und der periodischen Erneuerung einzelner Gewerke, bei einer angenommen Gebäudelebensdauer von 80 Jahren.[108]

Die in der ersten Zeile der Tabelle angegebenen Werte „Flintenbreite gesamt über 80 Jahre“ berücksichtigen neben den anteiligen Aufwendungen zur Erstellung des Rohbaus, die zyklische Erneuerung einzelner Positionen wie der E-Technik, des Dachs, der Fenster etc. sowie die ausgewiesenen Aufwendungen für den Betrieb. Eine detailliertere Auflistung der zu Grunde liegenden Kalkulationsgrundlagen ist dem elektronischen Anhang zu entnehmen.

[108] Abweichend von dieser Definition der Serviceeinheit wird für die Bewertung des Flächenverbrauchs und die der sozialen Indikatoren das gesamte Siedlungsgebiet als Bezugsgröße herangezogen.

Tabelle 26: Darstellung der Ergebnisse der TWO anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren

	Subprozess	Bezugs-größe	Abiot. Rohma-terial (kg)	Biot. Rohma-terial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht erneu-erbar (MJ)	KEA erneu-erbar (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
TWO	TWO gesamt über 80 a	m^2*a	663	2	665	7.007	75	X	13.017	26	18	13.037
	TWO gesamt pro m^2	m^2	5,3E+04	1,3E+02	5,3E+04	5,6E+05	6,0E+03	X	1,0E+06	2,1E+03	1,5E+03	1,0E+06
	TWO gesamt	ohne	1,3E+08	3,1E+05	1,3E+08	1,3E+09	1,4E+07	X	2,5E+09	4,9E+06	3,5E+06	2,5E+09
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²	11.357	65	11.422	9.903	162	X	4.010	44	284	4.337
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²*a	142	1	143	124	2	X	50	1	4	54
	Betrieb (Gasverbrauch)	m²*a	8	k.A.	8	3	23	1	12.708	6	12	12.727
	Betrieb (Gasverbrauch)	a	1,8E+04	0,0E+00	1,8E+04	7,5E+03	5,5E+04	1,7E+03	3,0E+07	1,5E+04	2,9E+04	3,0E+07
	Wasserverbrauch	m²*a	1	k.A.	1	121	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Wasserverbrauch	a	2.210	k.A.	2.210	287.300	221	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Stromverbrauch	m²*a	368	k.A.	368	6.540	48	14	203	18	k.A.	221
	Stromverbrauch	a	8,8E+05	k.A.	8,8E+05	1,6E+07	1,1E+05	3,2E+04	4,8E+05	4,2E+04	4,2E+02	5,3E+05
	Gebäudetechnik ohne E-technik	m²	208	k.A.	208	355	8	10	88	2	9	100
	Gebäudetechnik (25 a) ohne E-technik	m²*a	8	k.A.	8	14	k.A.	k.A.	4	k.A.	k.A.	4
	E-Technik	m²	2.242	k.A.	2.242	2.966	27	61	773	13	19	81
	E-Technik (30 a)	m²*a	75	k.A.	75	99	1	2	26	k.A.	1	3
	Fenster	m²*a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Erneuerung	m²	4.946	65	5.011	8.486	88	X	2.108	54	94	2.257
	Erneuerung	m²*a	62	1	63	106	1	X	26	1	1	28
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	ohne	2,7E+07	1,5E+05	2,7E+07	2,4E+07	3,9E+05	X	9,6E+06	1,0E+05	6,8E+05	1,0E+07
	Gasverbrauch (80 a)	ohne	1,5E+06	k.A.	1,5E+06	6,0E+05	4,4E+06	1,3E+05	2,4E+09	1,2E+06	2,4E+06	2,4E+09
	Wasserverbrauch (80 a)	ohne	1,8E+05	k.A.	1,8E+05	2,3E+07	1,8E+04	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Stromverbrauch (80 a)	ohne	7,0E+07	k.A.	7,0E+07	1,2E+09	9,1E+06	2,6E+06	3,9E+07	3,4E+06	3,4E+04	4,2E+07
	Gebäudetechnik ohne E-technik	ohne	496.880	k.A.	496.880	845.220	18.642	22.923	210.172	5.321	22.272	237.764
	E-Technik	ohne	5,3E+06	k.A.	5,3E+06	7,1E+06	6,4E+04	1,5E+05	1,8E+06	3,0E+04	4,6E+04	1,9E+05
	Fenster	ohne	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Erneuerung	ohne	1,2E+07	1,6E+05	1,2E+07	2,0E+07	2,1E+05	X	5,0E+06	1,3E+05	2,2E+05	5,4E+06

k.A.: für diese Positionen sind keine Aufwendungen bekannt X: für diese Positionen konnten keine Werte ermittelt werden

Da für eine Beurteilung des ökologischen Stellenwertes der betrachteten Gebäude Vergleichswerte benötigt werden, weist Tabelle 26 die Ergebnisse einer sehr detaillierten Analyse eines Verwaltungsgebäudes auf, die der Analyse dieser Arbeit ähnlich ist. Tabelle 27 zeigt demgegenüber weniger detaillierte Werte von vier unterschiedlichen Wohnhäusern. Der auf den ersten Blick nicht plausible Vergleich eines Wohngebäudes mit einem Verwaltungsgebäude führt jedoch auf den zweiten Blick zu interessanten Erkenntnissen und ist durchaus auf Grund der gewählten Serviceeinheit treffend. Darüber hinaus werden zur Durchführung eines gebäudegruppenspezifischen Vergleichs und zum Plausibilitätscheck die vier Wohngebäude ausgewertet.

Tabelle 27: Darstellung der Ergebnisse der vier Referenzgebäude anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren

	Subprozess	Bezugs-größe	Abiot. Rohma-terial (kg)	Biot. Rohma-terial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht erneuer bar (MJ)	KEA erneuer bar (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
Haus 1	Gesamt	m²*a	42	k.A.	43	95	19	4	19.787	10	21	19.817
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²	2.902	36	2.938	7.444	85	268	1.938	10	148	2.095
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²*a	36	k.A.	37	93	1	3	24	k.A.	2	26
	Betrieb	m²*a	6	k.A.	6	2	18	1	19.763	10	19	19.791
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	ohne	3,3E+06	4,1E+04	3,3E+06	8,5E+06	9,7E+04	3,1E+05	2,2E+06	1,1E+04	1,7E+05	2,4E+06
	Betrieb	m²	478	k.A.	478	196	1.426	43	1,6E+06	790	1.535	1,6E+06
Haus 2	Gesamt	m²*a	83	1	84	103	20	4	20.928	11	22	20.961
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²	6.142	52	6.194	8.013	74	269	2.864	13	109	2.985
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²*a	77	1	77	100	1	3	36	k.A.	1	37
	Betrieb	m²*a	6	k.A.	6	3	19	1	20.893	10	20	20.924
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	ohne	1,1E+06	9,3E+03	1,1E+06	1,4E+06	1,3E+04	4,8E+04	5,1E+05	2,3E+03	2,0E+04	5,4E+05
	Betrieb	ohne	505	k.A.	505	207	1.507	46	1,7E+06	835	1.623	1,7E+06
Haus 3	Gesamt	m²*a	91	k.A.	91	79	19	3	20.280	10	21	20.312
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²	6.783	38	6.821	6.085	45	207	2.890	14	123	3.027
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²*a	85	0	85	76	1	3	36	k.A.	2	38
	Betrieb	m²*a	6	k.A.	6	3	18	1	20.244	10	20	20.274
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	ohne	3,1E+06	1,8E+04	3,1E+06	2,8E+06	2,1E+04	9,5E+04	1,3E+06	6,3E+03	5,6E+04	1,4E+06
	Betrieb	m²	489	k.A.	489	201	1.460	44	1,6E+06	809	1.572	1,6E+06
Haus 4	Gesamt	m²*a	36	2	38	135	19	4	18.433	10	24	18.468
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²	2.410	186	2.596	10.583	164	258	1.679	24	500	2.203
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	m²*a	30	2	32	132	2	3	21	k.A.	6	28
	Betrieb	m²*a	6	k.A.	6	2	17	1	18.413	9	18	18.440
	Erstellung (Rohbau ohne Fenster)	ohne	2,3E+05	1,8E+04	2,5E+05	1,0E+06	1,6E+04	2,5E+04	1,6E+05	2,3E+03	4,8E+04	2,1E+05
	Betrieb	m²	445	k.A.	445	182	1.328	40	1,5E+06	736	1.430	1,5E+06

k.A.: für diese Positionen sind keine Aufwendungen bekannt X: für diese Positionen konnten keine Werte ermittelt werden

7.1.2 Die Systemgrenzen der Abwasserkonzepte

Im Rahmen dieser Arbeit ist es nicht möglich, eine allgemeine Aussage über die Nachhaltigkeit der zur Zeit maßgeblich angewandten Abwasserbehandlungstechniken zu treffen. Dennoch kann durch die Auswahl repräsentativer Anlagen einer bestimmten Größenklasse eine gewisse Übertragbarkeit vorausgesetzt werden.

Bei dieser Auswahl und Analyse stützt sich die vorliegende Arbeit primär auf die Untersuchung von (Reckerzügl 1997), wobei u. a. für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite aktuelle Werte zur Dimensionierung der Pflanzenkläranlagen, der Anzahl der Siedlungsbewohner sowie aktuelle MIPS-Werte, so z. B. für Trinkwasser, verwendet werden.

Die Beschreibung des Abwasserkonzeptes der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ist bereits in Kap. 6.6 ausführlich geschehen, so dass nachfolgend nur noch die Vergleichskonzepte kurz beschrieben werden sollen.

Die Serviceeinheit für alle Konzepte umfasst folgende Funktionen:

- *Das Ableiten und Behandeln von Fäkalien*
- *Das Ableiten und Behandeln von Grauwasser*
- *Das Ableiten und Behandeln von Regenwasser*

Die Serviceeinheit umfasst alle drei Funktionen bezogen auf einen angeschlossenen Einwohner pro Jahr. Dabei wird vorausgesetzt, dass die gesetzlichen Mindestanforderungen wie die Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift im Hinblick auf die in die Umwelt eingeleiteten Reststoffe eingehalten werden.

Die Bilanz beinhaltet Erfassung, Ableitung und Behandlung von Fäkalien, Grauwasser und Regenwasser sowie den Treibstoffbedarf zum Transport der Schlämme zur Verwertung und Entsorgung. Berücksichtigung finden die Errichtung und der Betrieb der Abwasserbehandlungssysteme. Der Rückbau wird wie beim Hochbau nicht mit betrachtet. Die Wartung und Reparatur sind ebenfalls außerhalb der Systembetrachtung. Bei den Abwassersystemen wird ab dem Hausanschluss bilanziert. Die in den Haushalten befindlichen Anlagenteile werden innerhalb der Hochbaubilanz mit erfasst. Eine Ausnahme bildet die Kompostvariante, bei der die Aufwendung des umbauten Raums synonym zu den Betriebsräumen der anderen Varianten mit bilanziert wird.[109]

Da der zu erwartende Betriebzeitraum der Anlagenteile unterschiedlich ist, muss dies entsprechend veranschlagt werden. Eine konkrete Aussage über den tatsächlichen Betriebszeitraum ist wie bei der Gebäudelebensdauer problematisch. Auch die Orientierung an ökonomischen Abschreibungszeiträumen führt nicht zu realen Werten. Deshalb wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit geschätzte Betriebszeiträume für die verschiedenen Bauteile veranschlagt, die bei den nachfolgenden technischen Beschreibungen für die einzelnen Systeme jeweils ausgewiesen werden.

Für die Fäkalvergärung wurden folgende Betriebszeiträume angenommen:

- Gebäude 35 Jahre
- Regenwasserversickerung, Bodenfilter und erdverlegte Leitungen 50 Jahre
- Maschinen- und Elektrotechnik 15 Jahre

7.1.3 Die technische Beschreibung des zentralen Systems der kommunalen Abwasserbehandlung

Das kommunale System[110] besteht aus den Modulen Abwasserbehandlung, Abwassererfassung und -ableitung sowie vier Regenüberlaufbecken. Häusliches Abwasser wird zusammen mit Regenwasser einer Siedlung von 15.000 Einwohnern gefasst und über ein Mischkanalisationsnetz zur kommunalen Kläranlage geleitet. Im Falle von starken Regenereignissen dient das Regenüberlaufbecken als Puffer.

Folgende Betriebszeiträume werden für das System angenommen:

- Gebäude und Becken 35 Jahre
- Kanalisation: 50 Jahre
- Maschinen- und Elektrotechnik 15 Jahre

[109] Für eine umfassende Darstellung sei erneut auf die Arbeit von (Reckerzügl 1997) verwiesen, der einen sehr anschaulichen Überblick über die dargestellten Abwasserbehandlungsanlagen liefert.

[110] Bei dieser Anlage wird stellvertretend für die kommunalen Kläranlagen das Gruppenklärwerk Marienheide bilanziert.

7.1.4 Die technische Beschreibung des semizentralen Sanitärsystems mit Fäkalkompostierung

Wie bei dem Konzept der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite gliedert sich das semizentrale System in die drei Module Fäkalbehandlung, Grauwasserbehandlung und Regenwasserversickerung. Der Unterschied der beiden Varianten liegt in der Fäkalbehandlung. Während in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ein Vakuumsystem mit Vergärung zum Einsatz kommt, wird in diesem Fall eine Kompostierung der Fäkalien in Komposttoiletten durchgeführt.[111]

Um den Arbeitsaufwand in Grenzen zu halten, hat Reckerzügl nicht das in Bielefeld - Waldquelle errichtete System bilanziert, sondern das System der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite unter Verwendung von Komposttoiletten anstelle der Anaerobbehandlung (Reckerzügl 1997). Da die Siedlungen von der Größe her durchaus vergleichbar sind und die Serviceeinheit davon nicht beeinträchtigt wird, ist dieser Ansatz durchaus legitim.

Anstelle des Vakuumsystems, des Bioreaktors und der gesamten Peripherie für jede der 119 Wohneinheiten der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite wurde ein im Keller installierter Kompost-Großbehälter mit zwei Toilettenstühlen und einem Bioabfallabwurf in den oberen Stockwerken bilanziert. Bei solchen Anlagen dauert es ca. 2-5 Jahre, bis der erste Kompost entnommen werden kann. Danach erfolgt eine Entnahme der jeweils ältesten Fraktion.

Folgende Betriebszeiträume werden für das System angenommen:

- Gebäude und Komposttoiletten 35 Jahre
- Regenwasserversickerung, Bodenfilter und erdverlegte Leitungen 50 Jahre

7.1.5 Die technische Beschreibung der Kleinkläranlage nach DIN 4261

Als abschließendes System wird eine Kleinkläranlage für 8 Personen mit den Modulen Abwasserbehandlung (Mehrkammerausfaulgrube mit nachgeschalteter Pflanzenkläranlage) und Regenwasserversickerung (Mulden- bzw. Mulden-Rigolen-Versickerung) bilanziert.

Die Abwasserbehandlung besteht aus einer Mehrkammerausfaulgrube mit einem Volumen von 12 m^3. Der anschließende Behandlungsschritt erfolgt über eine vertikal durchströmte Pflanzenkläranlage von 5 m^2 Fläche pro angeschlossenem Einwohner, die intermittierend beschickt wird und ein nicht bindiges Bodensubstrat aufweist. Die Ausfaulgrube wird alle 2 Jahre per Saugfahrzeug entleert. Die Fäkalien können landwirtschaftlich verwendet werden.

Der Niederschlag wird vor Ort in ein Mulden- bzw. Mulden-Rigolen-System geleitet. Dieses System wurde in Anlehnung an die Regenwasserbehandlung der Vergärungs- und der Kompostierungsvariante anteilig für 8 Personen bilanziert.

Folgende Betriebszeiträume werden für das System angenommen:

- Regenwasserversickerung und Abwasserbehandlung 50 Jahre

Nach der vorangegangenen Beschreibung der Systemgrenzen für die besonders betrachteten Bereiche des Hochbaus und der Abwasserentsorgung werden nachfolgend die Bilanzen für die beiden Bereiche dargestellt. Im Anschluss daran werden diese Bilanzen in Kap. 7.3.6 zusammenfassend dargestellt und kritisch bewertet. Zudem werden die verwendeten Daten und erzielten Ergebnisse einer Sensibilitätsbetrachtung unterzogen.

[111] Dieses in der Bilanzierung berücksichtigte System basiert auf dem Abwasserkonzept der Siedlung Bielefeld Waldquelle.

7.2 Die Bilanz des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Hochbaus

Der Bereich des Hochbaus besitzt innerhalb eines Siedlungsvorhabens einen sehr großen ökonomischen, ökologischen und sozialen Stellenwert. Wünschenswert wäre deswegen eine möglichst umfassende und ganzheitliche Bewertung unterschiedlicher Entwürfe in der Frühphase der Planung. Die Realität sieht jedoch in der Regel anders aus. Neben finanziellen und/oder zeitbedingten Zwängen, geben häufig fehlende Kompetenzen und eine unzureichende Datenbasis den Ausschlag, eher die gewohnte Planungs- und Verfahrensweise zu wählen, um nicht unbekanntes Terrain zu betreten. Kohler legt die Gründe für diese Missstände dar, die bereits auf S. 67 genannt wurden (Niklaus Kohler 1998, 5). Trotz der offensichtlichen Ironie steckt in seiner Aussage (vgl. Zitat auf S. 67) sicher ein großes Stück Wahrheit.

Damit perspektivisch die sicherlich vielfältig vorhandenen Datenlücken zumindest zum Teil geschlossen werden, wird nachfolgend am Beispiel der Doppelhäuser der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite exemplarisch ein möglicher Nachhaltigkeitscheck durchgeführt und so der Versuch unternommen, eine praxistaugliche und -nahe Grundlage für zukünftige Bauvorhaben zu liefern.

Für jeden der in Kap. 4.5 ausgewählten 15 Indikatoren wird eine Beurteilungsskala erstellt, die sich an den Vorgaben der COMPASS-Methodik orientiert. Damit die angestrebte Bewertung sinnvoll vorgenommen werden kann, müssen die Systemgrenzen der Betrachtung transparent dargestellt werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass nicht in einem Fall z. B. nur die Gebäudehülle bilanziert wird wohingegen bei der Bilanzierung einer Vergleichsvariante diese inklusive der Hautechnik und/oder der Inneneinrichtung betrachtet wird. Im Rahmen einer aussagekräftigen Bilanz muss daran anschließend auch eine Beurteilung der Qualität der zu Grunde gelegten Daten erfolgen. Abschließend wird eine kurze Bewertung des erzielten Ergebnisses durchgeführt. Eine umfassende Beurteilung des Gesamtbildes anhand aller Indikatoren erfolgt dann in Form einer Zusammenfassung am Schluss des Kapitels. Die aus den ermittelten Ergebnissen resultierenden Schlussfolgerungen hinsichtlich der Defizite, des Grades der Umsetzung sowie der notwendigen Ausweitung und der akteursbezogenen Handlungsmöglichkeiten von Nachhaltigkeitsstrategien im Bereich Bauen und Wohnen werden das Kapitel 8 abschließen.

7.2.1 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den TMR

Die Auswertung der Leistungsverzeichnisse (LV) der Doppelhäuser der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite beinhalten eine detaillierte Aufschlüsselung der eingesetzten Materialen nach einzelnen Gewerken. Für die Positionen, bei denen nur Pauschalwerte wie ein Stück in den LV angesetzt wurden, werden Annahmen zu den eingesetzten Materialien und Massen getroffen, die ebenfalls im Anhang ausgewiesen sind.
Da die Bauweise eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus optimiert sein sollte, beziehen sich die nachfolgenden Bilanzergebnisse[112] nicht nur auf die Erstellung des Rohbaus, sondern berücksichtigen auch die Aufwendungen zur Deckung des Heizwärme- und des Erneuerungsbedarfs.

[112] Bei allen Ergebnissen sind summenbezogene Unstimmigkeiten auf Grund von Rundungsfehlern gegeben.

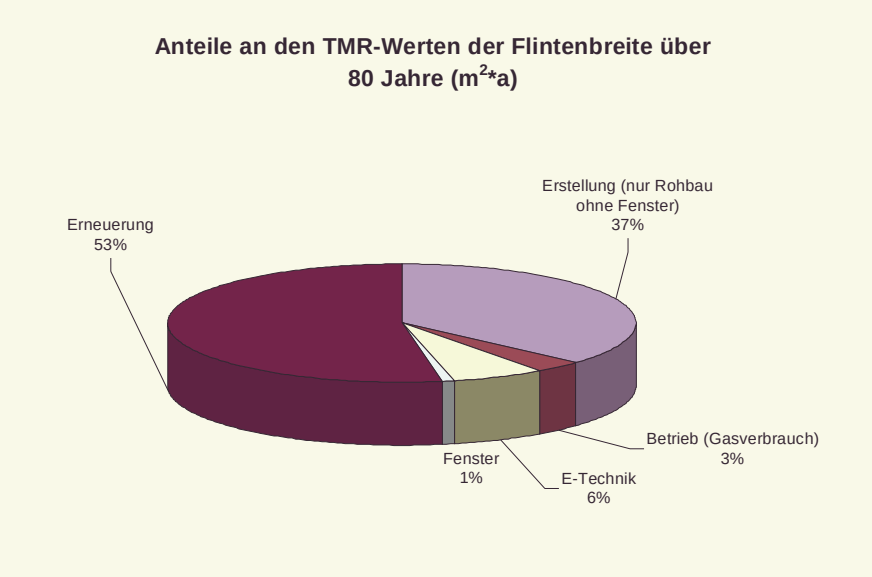


Abbildung 57:Prozentuale Verteilung der einzelnen Gewerke am lebenszyklusweiten TMR des Doppelhauses.

Für das Doppelhaus der Flintenbreite ergibt sich somit ein lebens-zyklusweiter TMR in Höhe von 122 kg pro Quadratmeter und Jahr. In Abbildung 57 wird deutlich, dass eine rein auf den Rohbau bezogene Betrachtung nicht zielführend wäre, da die Erneuerung einen Anteil von rd. 53 % aufweist. Weniger ins Gewicht fallen dahingegen die Aufwendungen für die Fenster und die Deckung des Heizwärmebedarfs (Betrieb). Interessant ist noch der mit immerhin 6 % nicht unerhebliche Anteil für die E-Technik.

Für den recht hohen Materialaufwand der Erneuerung sind neben der E-Technik und der Fenster, die getrennt zur Rohbauerstellung erfasst wurden, die bilanzierte zweimalige Erneuerung des Aluminiumdachs in 80 Jahren verantwortlich. Diese Annahme bezüglich der Lebensdauer des Dachs ist sicherlich zu diskutieren, sie entspricht jedoch den Vorgaben des (BMVBW 2001).

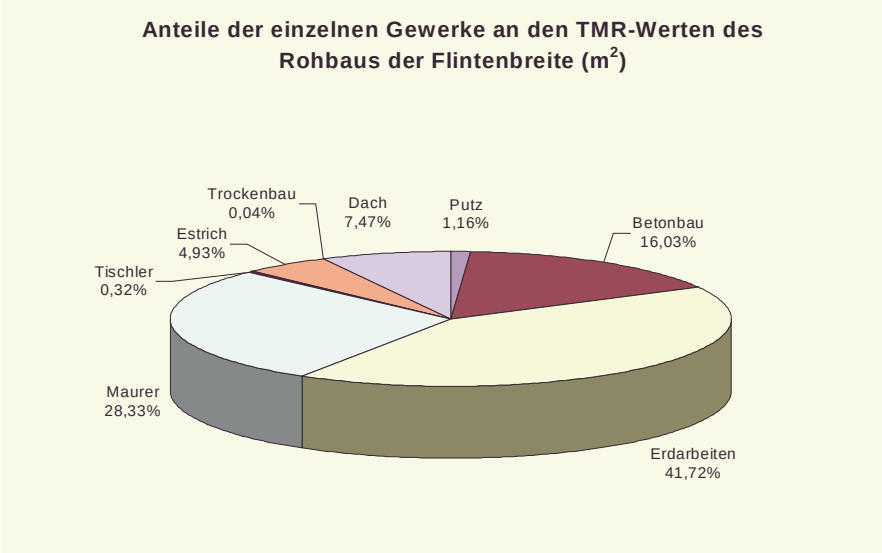


Abbildung 58: Detaillierte prozentuale Verteilung der Aufwendungen der einzelnen Gewerke am TMR der Rohbauerstellung.

Im Vergleich mit den Referenzgebäuden weist der TMR des Doppelhauses der Flintenbreite gute durchschnittliche Werte auf (vgl. Abbildung 59).

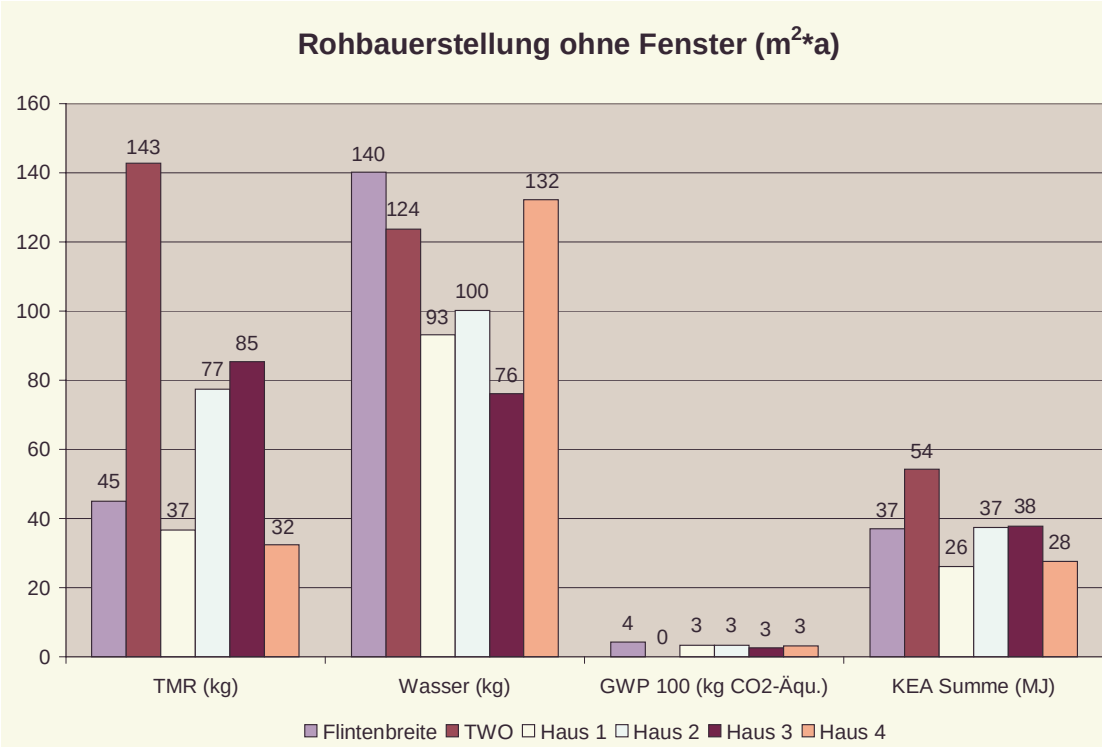


Abbildung 59: Vergleichende Darstellung der ökologischen Parameter der betrachteten Gebäude.

Die höheren Werte für die TWO und die Häuser zwei und drei erklären sich durch den deutlich höheren Bodenaushub dieser Gebäude, da sie alle über einen Keller verfügen. Der dabei anfallende Bodenaushub fließt nach den Konventionen der TMR-Berechnung als abiotisches Material in die Bilanz mit ein. Die niedrigeren Werte für die Gebäude eins und vier sind nicht unbedingt auf eine ressourcenschonendere Bauweise zurückzuführen, sondern können auch mit der Erhebungstiefe zusammenhängen, die bei dem Doppelhaus der Flintenbreite und den TWO sehr detailliert ausfiel (vgl. Tabelle 28 und Tabelle 29).

Tabelle 28: Differenzierte Darstellungen einzelner Gewerke des Doppelhauses der Flintenbreite anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren

Subprozess	Abiot. Rohmaterial (kg)	Biot. Rohmaterial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht ern. (MJ)	KEA ern. (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
Erst. nur Rohbau ohne Fenster	***3.516***	***81,75***	***3.598***	***11.207***	***146***	***340***	***2.766***	***69***	***127***	***2.961***
Putz	**41,38**	**k.A.**	**41,38**	**221,18**	**1,80**	**2,36**	**20,53**	**0,19**	**0,88**	**21,61**
Kalkzement	2,17	k.A.	2,17	7,49	7,49	0,20	1,48	0,01	0,04	1,52
Gips	32,81	k.A.	32,81	184,67	1,15	0,86	11,47	0,13	0,65	12,25
Dünnbettmörtel	3,02	k.A.	3,02	8,87	0,17	0,72	3,85	0,02	0,11	3,98
Porenbeton 400 kg/m^3	3,37	k.A.	3,37	20,15	0,35	0,58	3,73	0,04	0,09	3,86
Betonbau	**569,34**	**3,74**	**573,08**	**1.928,00**	**19,50**	**64,47**	**449,03**	**3,93**	**43,16**	**496,11**
Polyethylen (PE) MG	0,74	k.A.	0,74	8,91	0,29	0,26	3,31	0,04	0,17	3,52
Propylen	0,80	k.A.	0,80	5,27	0,40	0,40	1,72	0,01	0,03	1,76
Porenbeton 400 kg/m^3	111,48	k.A.	111,48	666,20	11,68	19,04	123,34	1,27	2,94	127,55
Normalbeton PC 300	420,82	k.A.	420,82	958,90	0,27	35,57	223,88	1,61	16,28	241,77
Schnittholz	0,83	3,74	4,58	33,22	0,47	0,40	4,31	0,37	7,79	12,48
Stahl	34,67	k.A.	34,67	255,55	6,38	8,80	92,47	0,62	15,95	109,03
Erdarbeiten	**1.491,50**	**k.A.**	**1491,50**	**k.A.**	**k.A.**	**7,75**	**102,75**	**1,0892**	**5,5839**	**109,42**
Kies/Sand	779,05	k.A.	779,05	k.A.	k.A.	7,75	102,75	1,0892	5,5839	109,42
Bodenaushub	712,48	k.A.	712,48	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Maurer	**1.012,70**	**k.A.**	**1012,70**	**5.405,10**	**84,09**	**190,71**	**1423,73**	**13,57**	**32,15**	**1469,46**
Ziegel (PS)	89,28	k.A.	89,28	241,17	1,99	8,37	192,59	0,74	3,60	196,94
Polyethylen	0,24	k.A.	0,24	2,84	0,09	0,08	1,06	0,01	0,06	1,12
Glaswolle	12,11	k.A.	12,11	119,54	4,68	6,08	89,94	1,10	0,78	91,83
Porenbeton 400 kg/m^3	234,75	k.A.	234,75	1.402,90	24,60	40,09	259,74	2,68	6,19	268,61
Porenbeton 600 kg/m^3	654,90	k.A.	654,90	3.586,30	52,70	133,68	866,06	8,93	20,66	895,65
Heizöl S	0,66	k.A.	0,66	4,99	0,01	0,65	3,30	0,02	0,06	3,39
Normalbeton PC 300	20,75	k.A.	20,75	47,29	0,01	1,75	11,04	0,08	0,80	11,92
Tischler	**1,43**	**9,92**	**11,35**	**19,76**	**0,33**	**0,15**	**3,50**	**0,04**	**1,72**	**5,26**
Fichtenholz	1,43	9,92	11,35	19,76	0,33	0,15	3,50	0,04	1,72	5,26
Estrich	**176,41**	**k.A.**	**176,41**	**634,20**	**13,87**	**27,98**	**183,05**	**1,12**	**5,50**	**189,68**
Heizöl S	3,46	k.A.	3,46	26,30	0,08	3,44	17,39	0,13	0,32	17,83
Polyethylen	0,79	k.A.	0,79	9,48	0,31	0,27	3,52	0,04	0,19	3,75
EPS	19,52	k.A.	19,52	237,08	6,59	4,45	54,65	0,39	2,18	57,22
Zementestrich	152,64	k.A.	152,64	361,35	6,89	19,82	107,49	0,56	2,82	110,88
Trockenbau	**1,55**	**k.A.**	**1,55**	**8,72**	**0,05**	**0,04**	**0,54**	**0,01**	**0,03**	**0,58**
Gips	1,55	k.A.	1,55	8,72	0,05	0,04	0,54	0,01	0,03	0,58
Dach	**199,17**	**67,99**	267,16	**2.934,26**	**25,90**	**44,24**	**582,80**	**48,65**	**37,56**	**669,01**
Fichtenholz	9,80	67,99	77,79	135,41	2,25	1,02	24,01	0,26	11,78	36,05
Steinwolle	7,64	k.A.	7,64	75,86	3,23	2,09	24,20	0,12	3,64	27,96
Polyethylen	2,92	k.A.	2,92	35,11	1,14	1,01	13,05	0,14	0,69	13,88
Stahl	2,52	k.A.	2,52	18,60	0,46	0,64	6,73	0,04	1,16	7,94
Fermacell (Gips)	17,05	k.A.	17,05	95,99	0,60	0,45	5,96	0,07	0,34	6,37
Fermacell (Isofloc)	0,15	k.A.	0,15	0,59	0,02	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Aluminium	159,08	k.A.	159,08	2.572,70	18,20	39,03	508,84	48,02	19,97	576,82

k.A.: für diese Positionen sind keine Aufwendungen bekannt X: für diese Positionen konnten keine Werte ermittelt werden

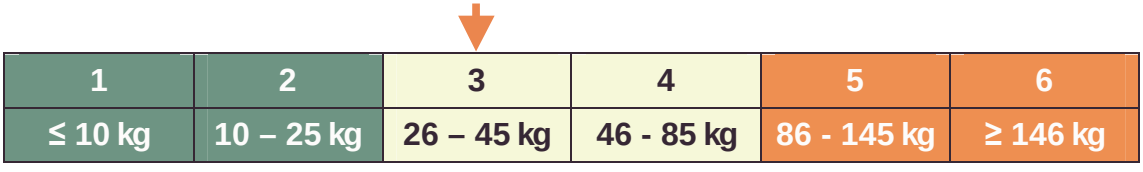
Tabelle 29: Differenzierte Darstellungen der Kostengruppe 300 der TWO anhand der ausgewählten ökologischen Indikatoren

Subprozess	Abiot. Rohmaterial (kg)	Biot. Rohmaterial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht ern. (MJ)	KEA ern. (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
Erstellung nur Rohbau ohne Fenster	***11357,36***	***64,71***	***11422,08***	***9903,06***	***161,87***	***X***	***4009,64***	***43,58***	***284,15***	***4395,39***
Kostengruppe 310	**7.282,15**	**k.A.**	**7282,15**	**k.A.**	**k.A.**	**X**	**960,44**	**10,18**	**52,20**	**1036,52**
Erdarbeiten	7.282,15	k.A.	7282,15	k.A.	k.A.	X	960,44	10,18	52,20	1036,52
Kostengruppe 320	**3.503,84**	**k.A.**	**3503,84**	**7.371,09**	**123,91**	**X**	**2438,26**	**15,37**	**191,87**	**2680,89**
Abdichtung	*0,56*	*k.A.*	*0,56*	*4,28*	*0,01*	*X*	*2,83*	*0,02*	*0,05*	*2,94*
Heizöl S	0,56	k.A.	0,56	4,28	0,01	X	2,83	0,02	0,05	2,94
Entwässerung	*1.340,76*	*k.A.*	*1340,76*	*285,32*	*2,93*	*X*	*245,44*	*2,73*	*9,42*	*261,05*
Beton B25	69,13	k.A.	69,13	176,74	2,29	X	49,95	0,26	1,29	52,19
Kanalisations-steinzeug	0,03	k.A.	0,03	0,33	0,00	X	0,06	0,00	0,02	0,08
PVC	7,38	k.A.	7,38	108,25	0,64	X	28,69	0,71	0,95	28,83
Kies/Sand	1.264,19	k.A.	1264,19	k.A.	k.A.	X	166,74	1,77	9,06	179,94
Betonbau	*2.162,53*	*k.A.*	*2162,53*	*7.081,60*	*120,97*	*X*	*2189,99*	*12,61*	*182,39*	*2416,90*
Beton B25	1.837,84	k.A.	1837,84	4.698,13	60,80	X	1327,92	6,86	34,23	1387,37
EPS	0,38	k.A.	0,38	4,62	0,13	X	1,06	0,01	0,04	1,13
Stahl	320,92	k.A.	320,92	2.365,22	59,08	X	855,88	5,69	147,58	1022,62
V2A Stahl	2,72	k.A.	2,72	5,71	0,70	X	2,21	0,01	0,38	2,64
Polyethylen	0,65	k.A.	0,65	7,83	0,25	X	2,91	0,03	0,15	3,14
Kostengruppe 330	**240,44**	k.A.	**240,44**	**957,29**	**14,10**	**X**	**252,60**	**6,14**	**9,19**	**271,52**
Innenputz	*118,93*	*k.A.*	*118,93*	*475,85*	*7,40*	*X*	*94,64*	*1,96*	*2,62*	*100,54*
Aluminium	5,18	k.A.	5,18	83,78	0,59	X	16,57	1,56	0,65	19,04
Kies/Sand	0,45	k.A.	0,45			X	0,06	0,00	0,00	0,06
Kalkhydrat	0,41	k.A.	0,41	1,96	0,02	X	0,93	0,00	0,01	0,96
Kalk-Zement-Putz	112,43	k.A.	112,43	387,98	6,76	X	76,48	0,39	1,94	79,86
Portlandzement	0,41	k.A.	0,41	2,13	0,04	X	0,59	0,00	0,01	0,62
Glasfaser	0,06	k.A.	0,06			X	X	X	X	X
Karusselltür	*1,79*	*k.A.*	*1,79*	*26,10*	*0,24*	*X*	*5,90*	*0,47*	*0,21*	*6,68*
Aluminium	1,56	k.A.	1,56	25,20	0,18	X	4,98	0,47	0,20	5,73
Flachglas	0,23	k.A.	0,23	0,90	0,06	X	0,92	0,00	0,02	0,95
Maurer	*85,54*	*k.A.*	*85,54*	*133,66*	*0,87*	*X*	*77,71*	*0,25*	*1,20*	*80,23*
Kalksandstein	85,54	k.A.	85,54	133,66	0,87	X	77,71	0,25	1,20	80,23
Sonnenschutz	*2,69*	*k.A.*	*2,69*	*22,56*	*0,61*	*X*	*8,23*	*0,07*	*1,11*	*9,53*
Stahl	2,12	k.A.	2,12	15,59	0,39	X	5,64	0,04	0,97	6,74
Polyethylen	0,58	k.A.	0,58	6,97	0,23	X	2,59	0,03	0,14	2,79
Sonstige Bauhauptgew.	*0,13*	*k.A.*	*0,13*	*0,28*	*0,03*	*X*	*0,11*	*0,00*	*0,02*	*0,13*
Stahl	0,13	k.A.	0,13	0,28	0,03	X	0,11	0,00	0,02	0,13
WDVS	20,10	k.A.	20,10	120,82	3,45	X	*30,03*	*0,17*	*2,39*	*33,02*
EPS	3,20	k.A.	3,20	38,82	1,08	X	8,95	0,06	0,36	9,49
Steinwolle	3,78	k.A.	3,78	37,48	1,60	X	11,95	0,06	1,80	14,00
Kalk-Zement-Putz	12,48	k.A.	12,48	43,05	0,75	X	8,49	0,04	0,22	8,86
Dünnbettmörtel	0,50	k.A.	0,50	1,47	0,03	X	0,64	0,00	0,02	0,67
Glasfaser	0,15	k.A.	0,15	k.A.	k.A.	X	X	X	X	X
Wandverkleidung	*11,26*	*k.A.*	*11,26*	*178,04*	*1,49*	*X*	*36*	*3*	*2*	*41,39*
Aluminium	10,61	k.A.	10,61	171,63	1,21	X	33,95	3,20	1,33	38,99
Steinwolle	0,65	k.A.	0,65	6,41	0,27	X	2,05	0,01	0,31	2,39
Kostengruppe 340	**34,45**	**4,23**	**38,68**	**281,87**	**3,03**	**X**	**46,38**	**2,43**	**4,34**	**53,87**
WC Trennwand	*0,83*	*k.A.*	*0,83*	*13,91*	*0,20*	*X*	*1,96*	*0,02*	*1,64*	*3,67*
mitteldichte Faserplatte (MDF)	0,83	k.A.	0,83	13,91	0,20	X	1,96	0,02	1,64	3,67
FH Türen	*4,71*	*k.A.*	*4,71*	*44,48*	*0,87*	*X*	*10,25*	*0,75*	*0,61*	*11,77*
Aluminium	2,43	k.A.	2,43	39,35	0,28	X	7,78	0,73	0,31	8,94
V2A Stahl	2,08	k.A.	2,08	4,36	0,54	X	1,69	0,01	0,29	2,02
Flachglas (Floatglas)	0,19	k.A.	0,19	0,76	0,05	X	0,78	0,00	0,02	0,81
Trockenbau	*28,91*	*4,23*	*33,14*	*223,48*	*1,96*	*X*	*34,17*	*1,67*	*2,09*	*38,43*
Stahl	0,77	k.A.	0,77	5,64	0,14	X	2,04	0,01	0,35	2,44
Aluminium	4,85	k.A.	4,85	78,43	0,55	X	15,51	1,46	0,61	17,82
Gips	21,56	k.A.	21,56	121,32	0,75	X	7,54	0,08	0,43	8,15
Flachglas	0,04	k.A.	0,04	0,17	0,01	X	0,17	0,00	0,00	0,17

Subprozess	Abiot. Rohmaterial (kg)	Biot. Rohmaterial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht ern. (MJ)	KEA ern. (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
(Floatglas)										
Glaswolle	1,02	k.A.	1,02	10,05	0,39	X	7,56	0,09	0,07	7,82
Kiefernholz	0,66	4,23	4,89	7,68	0,10	X	1,28	0,01	0,63	1,95
Polyethylen	0,02	k.A.	0,02	0,20	0,01	X	0,08	0,00	0,00	0,08
Kostengruppe 350	**242,05**	**59,94**	**301,98**	**706,19**	**12,97**	**X**	**173,27**	**1,07**	**19,15**	**196,08**
Parkett	*69,90*	*59,94*	*129,84*	*147,38*	*1,73*	*X*	*19,04*	*0,20*	*8,91*	*28,52*
Epoxidharz	0,15	k.A.	0,15	3,11	0,06	X	0,84	0,00	0,02	0,87
Messing	60,21	k.A.	60,21	34,40	0,26	X	X	X	X	X
Gips	0,19	k.A.	0,19	1,08	0,01	X	0,07	0,00	0,00	0,07
Kiefernholz	9,36	59,94	69,29	108,78	1,40	X	18,13	0,19	8,89	27,59
Fliesen	*8,11*	*k.A.*	*8,11*	*83,70*	*0,65*	*X*	*16,33*	*0,07*	*5,09*	*21,77*
Kanalisationsstein zeug	7,06	k.A.	7,06	80,60	0,59	X	14,98	0,06	5,05	20,36
Dünnbettmörtel rück	1,06	k.A.	1,06	3,11	0,06	X	1,35	0,01	0,04	1,41
Naturstein	*4,82*	*k.A.*	*4,82*	*15,53*	*0,89*	*X*	*3,79*	*0,02*	*0,31*	*4,18*
Granitplatten	1,56	k.A.	1,56	2,77	0,48	X	X	X	X	X
V2A Stahl	0,64	k.A.	0,64	1,34	0,17	X	0,52	0,00	0,09	0,62
EPS	0,29	k.A.	0,29	3,57	0,10	X	0,82	0,01	0,03	0,87
Polyethylen	0,05	k.A.	0,05	0,63	0,02	X	0,23	0,00	0,01	0,25
Stahl	0,29	k.A.	0,29	2,16	0,05	X	0,78	0,01	0,14	0,94
Beton B25	1,98	k.A.	1,98	5,05	0,07	X	1,43	0,01	0,04	1,49
Estrich	*159,21*	*k.A.*	*159,21*	*459,58*	*9,71*	*X*	*134,11*	*0,78*	*4,85*	*141,61*
Polyethylen	1,24	k.A.	1,24	14,92	0,48	X	5,54	0,06	0,29	5,98
Stahl	2,45	k.A.	2,45	18,04	18,04	X	6,53	0,04	1,13	7,80
EPS	5,98	k.A.	5,98	72,58	2,02	X	16,73	0,12	0,67	17,75
Zementestrich	149,54	k.A.	149,54	354,02	6,75	X	105,31	0,55	2,76	110,08
Kostengruppe 360	**54,44**	**0,55**	**54,98**	**586,62**	**7,87**	**X**	**138,69**	**8,40**	**7,40**	**156,51**
Fichtenholz	0,08	0,55	0,63	1,09	0,02	X	0,19	0,00	0,09	0,29
Steinwolle	6,08	k.A.	6,08	60,39	2,57	X	19,26	0,10	2,89	22,55
Aluminium	26,43	k.A.	26,43	427,44	3,02	X	84,54	7,98	3,32	97,12
Bläschiefer	10,09	k.A.	10,09	k.A.	k.A.	X	X	X	X	X
EPS	4,95	k.A.	4,95	60,16	1,67	X	13,87	0,10	0,55	14,72
Heizöl S	3,10	k.A.	3,10	24	0,06	X	15,57	0,17	0,28	16,18
Kies/Sand	2,16	k.A.	2,16	k.A.	k.A.	X	0,28	0,00	0,02	0,31
Propylen	0,26	k.A.	0,26	1,73	0,13	X	0,56	0,00	0,01	0,59
Polyethylen	0,95	k.A.	0,95	11,42	0,37	X	4,24	0,05	0,22	4,58
Normalbeton	0,33	k.A.	0,33	0,86	0,01	X	0,17	0,00	0,01	0,17

k.A.: für diese Positionen sind keine Aufwendungen bekannt X: für diese Positionen konnten keine Werte ermittelt werden

Resultierend aus den durchgeführten Untersuchungen der in dieser Arbeit dargestellten sowie rd. 25 weiterer Gebäude, beginnend bei der Landesvertretung Nordrhein-Westfalens in Berlin über ‚normale' Wohngebäude bis hin zu diversen Wohn- und Bürogebäuden in Passivhausbauweise, lässt sich eine Skala[113] für den TMR in Kilogramm aufstellen, die auch mit der Note 1 sinnvolle ‚Landeplätze' zukunftsfähigen Bauens aufweist.



Bei der Betrachtung ist allerdings zu berücksichtigen, dass hier nur die Aufwendungen für die Erstellung und Teile der Erneuerung und des Betriebs Eingang gefunden haben. Die Phase des Gebäuderückbaus konnte auf Grund einer bisher nicht ausreichend validierten Datenlage nicht ausgewiesen werden. Erste Abschätzungen von Seiten des Wuppertal Institutes gehen jedoch davon aus, dass sich diese in einem niedrigen einstelligen %bereich der Gesamtaufwendungen bewegen. Diese Tatsache impliziert jedoch nicht, dass die Materialwahl bzw. das Baukonzept

[113] Diese Skala gilt selbstverständlich nur innerhalb der zuvor genannten Systemgrenzen.

nur eine untergeordnete Rolle spielt. Diesbezüglich optimierte Konzepte würden sich auf Grund des Berechnungsansatzes bereits in der Erstellungsphase positiv bemerkbar machen.
Insgesamt lässt sich aber für das Doppelhaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite eine Note 3 (roter Pfeil) auf der Skala ablesen. Damit schneidet dieses Gebäude besser als der Marktdurchschnitt ab (Note 4), ohne jedoch deutlich zu der vermutlich notwendigen Reduzierung des anthropogenen Ressourcenverbrauchs pro Kopf um den Faktor 10 beizutragen (Note 1). Dahingehende Ansätze werden innerhalb des Fazits aufgezeigt.

7.2.2 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den KEA

Auch bei diesem Indikator können nur die kumulierten Energieaufwendungen für die Herstellungs- und Betriebsphase angegeben werden, da es an spezifischen und repräsentativen Daten für die Entsorgung in Deutschland mangelt. Die Ergebnisse der Abbildung 60 machen aber deutlich, dass eine Betrachtung der Entsorgungsphase vermutlich zu keiner gravierenden Änderung der Aussage bezüglich des KEA führen würde.

Es ist offensichtlich, dass die Betriebsphase die absolut bestimmende Größe des KEA mit 99,42 % des Gesamtwertes darstellt. Die Erstellung des Rohbaus sowie die Erneuerung folgen abgeschlagen mit 0,28 % bzw. 0,27 %. Auch die Annahme, dass das Gebäude mit Erdgas beheizt wird, fällt bei diesem Indikator nicht ins Gewicht. Die Relationen würden bei einer ölgestützten Heizung ähnlich sein.

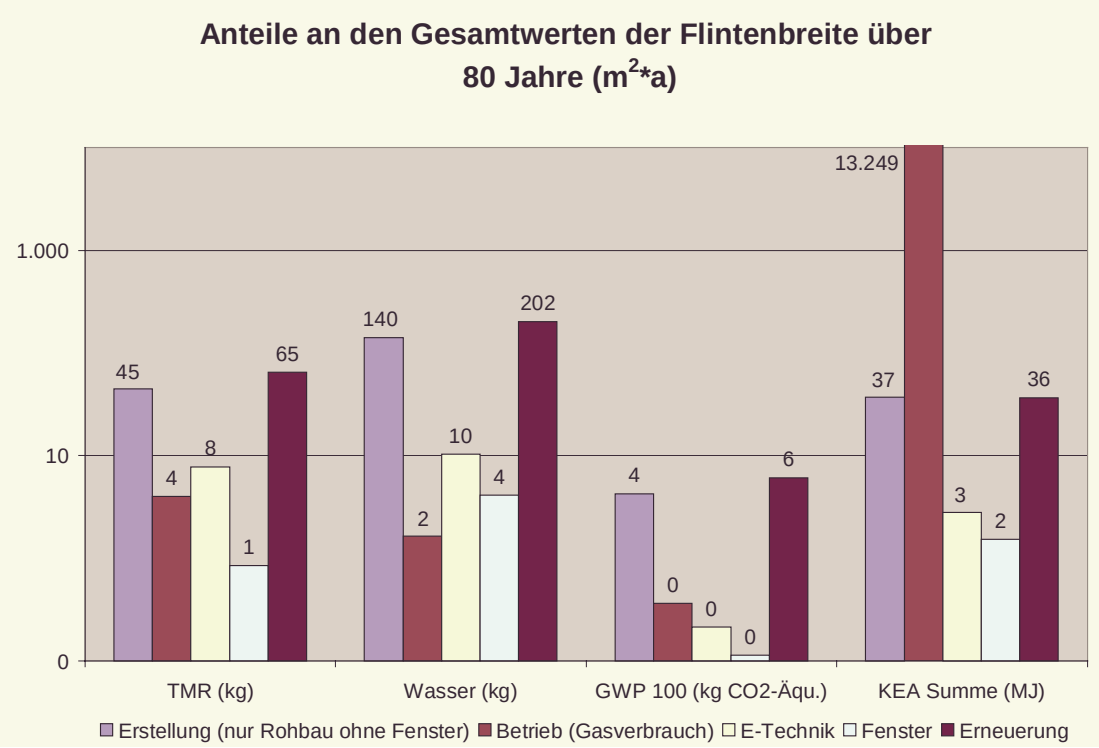


Abbildung 60: Darstellung der gewerkebezogenen Anteile hinsichtlich der einzelnen ökologischen Indikatoren über einen Zeitraum von 80 Jahren (Hinweis: logarithmischer Maßstab).

Betrachtet man den KEA des Doppelhausrohbaus so fällt das Maurergewerk mit nahezu 50 % am stärksten ins Gewicht, gefolgt von den Gewerken Dach mit 22,59 % und Betonbau mit 16,75 %.

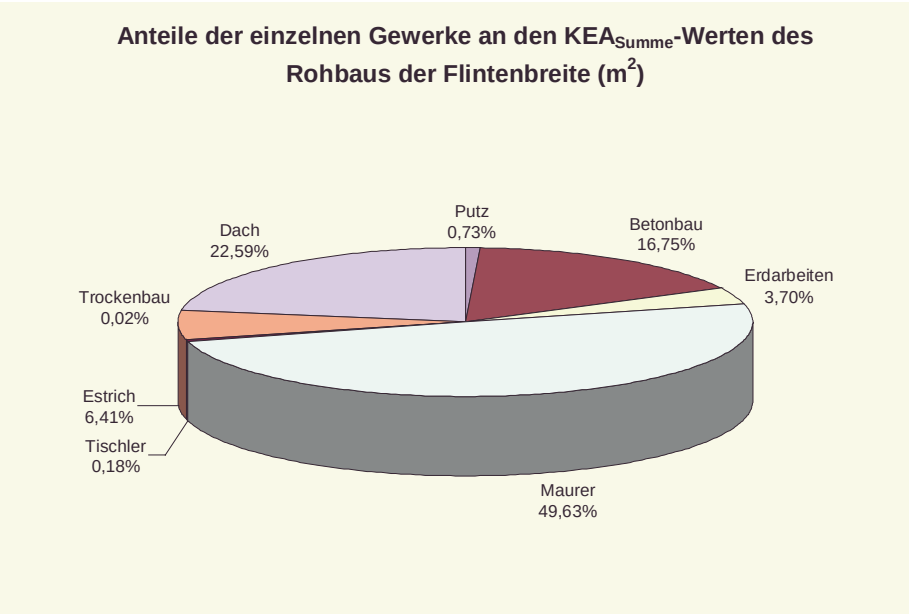


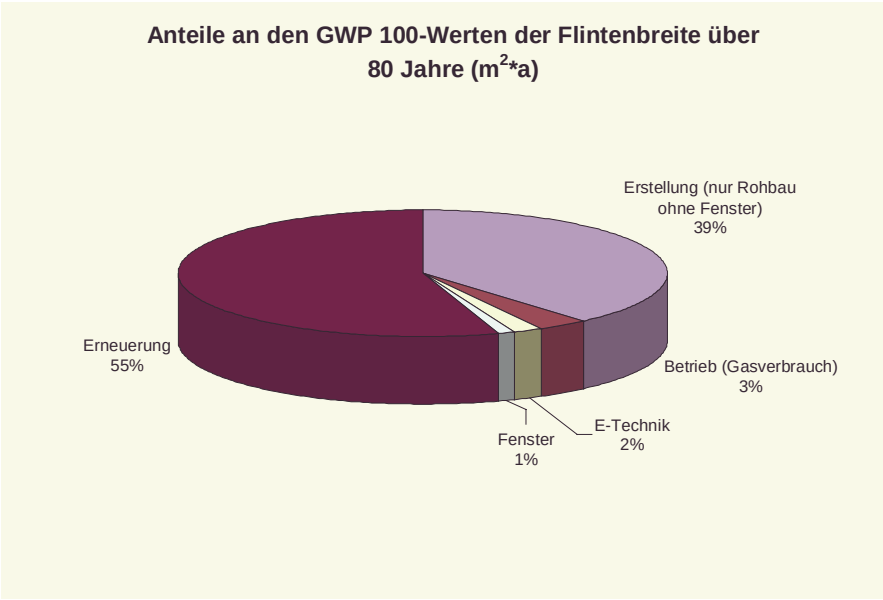
Abbildung 61: Anteile der Einzelpositionen des Rohbaus am KEA des Doppelhauses.

Der Vergleich des KEA mit den Referenzgebäuden zeigt, dass das Doppelhaus, abgesehen von den TWO, deutlich günstiger abschneidet (vgl. Tabelle 25, Tabelle 26, Tabelle 27). Hier macht sich der recht niedrige Heizwärmebedarf positiv bemerkbar. Ergänzend soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Summe des KEA eindeutig von den nicht erneuerbaren kumulierten Energieauf-wendungen dominiert wird und in dieser Betrachtung nahezu gleich gesetzt werden kann.

Für das Doppelhaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite lässt sich für den KEA$_{Summe}$ in MJ bezogen auf einen Quadratmeter Nutzfläche und Jahr abschließend auf der nachfolgenden Skala die Note 3 ablesen, was sich mit dem eben genannten, über die Vorgaben der EnEV hinausgehenden, Bemühungen zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs erklären lässt.

1	2	3	4	5	6
≤ 4.000 MJ	4.001 - 8.000 MJ	8.001 - 14.000 MJ	14.001 - 19.000 MJ	19.001 - 24.000 MJ	≥ 24.001 MJ

7.2.3 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf das GWP 100



Im Gegensatz zu den Ergebnissen des Indikators KEA resultiert das GWP zu einem Großteil aus den Materialaufwendungen und damit implizit auch Energieaufwendungen zur Erstellung und Erneuerung eines Gebäudes.

Abbildung 62: Verteilung der GWP 100-Werte des Doppelhauses bezogen auf einzelne Positionen.

Die Verteilung der einzelnen Positionen verhält sich sehr ähnlich wie bei den Ergebnissen bezogen auf den TMR. Auch beim GWP 100 dominieren die Erneuerung und die Erstellung des Rohbaus mit 55 % bzw. 39 % am Gesamtwert das Bild. Der Betrieb, die E-Technik sowie die Fenster spielen nur eine untergeordnete Rolle.
Da für das Gebäude der TWO keine GWP-Werte hinterlegt waren, stützt sich die Bewertung des Doppelhauses der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite auf den Vergleich mit den vier Referenzwohngebäuden. Bei diesem Vergleich schneidet das Doppelhaus mit 11 kg CO_2-Äquivalenten am ungünstigsten ab. Die anderen Gebäude liegen um mindestens den Faktor 2 niedriger. Als primäre Treibergröße kann die Position ‚Maurer' mit knapp über 56 % in Abbildung 63 identifiziert werden. Eine noch detailliertere Betrachtung verdeutlicht, dass der Porenbeton maßgeblich zu diesem hohen Gesamtwert beiträgt.

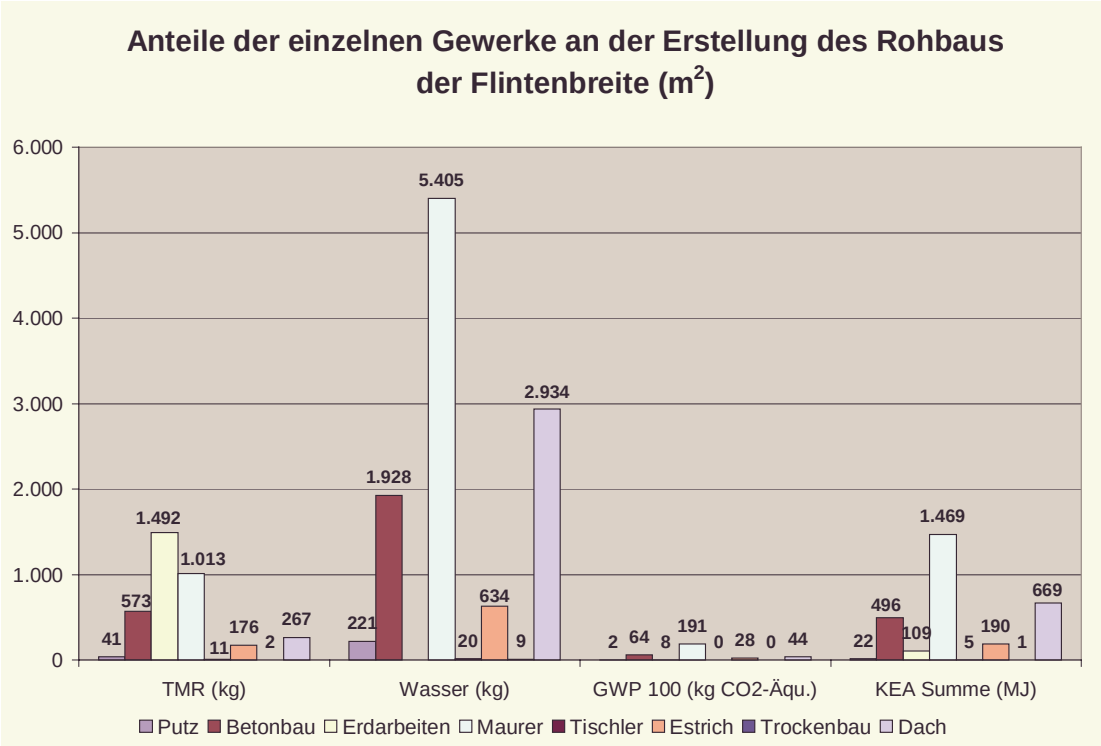


Abbildung 63: Anteile der gewerkebezogenen Positionen an den verschiedenen gewählten ökologischen Indikatoren des Doppelhauses.

Für die Bewertung des Doppelhauses bezogen auf den GWP 100 kann auf Grund der vorgenannten Argumente nur die Note 4 vergeben werden. Perspektivisch sollten separate Betrachtungen von Wandaufbauten zur Minimierung der Emissionen bei der Rohbauerstellung beitragen können.

1	2	3	4	5	6
≤ 2 kg CO_2-Äqu.	3 – 5 kg CO_2-Äqu.	6 – 8 kg CO_2-Äqu.	9 – 11 kg CO_2-Äqu.	12 – 14 kg CO_2-Äqu.	≥ 15 kg CO_2-Äqu.

7.2.4 Die Bilanz des gesamten Siedlungsvorhabens bezogen auf die Flächennutzung

Wie in der Einführung des Indikators ‚Flächennutzung' in Kap. 4.5.1.4 erläutert, beschreitet die vorliegende Arbeit mit der Einführung eines eigens entwickelten Flächenindex Neuland hinsichtlich der kombinierten qualitativen und quantitativen Bewertung genutzter Flächen. Die

Excel-gestützte Kalkulation ist in einer Arbeitsmappe des Anhangs nachzuvollziehen. An Hand der Abbildung 64 soll nachfolgend kurz das Prinzip der Berechnungsmethodik erklärt werden. Zuerst wird die Größe der Gesamtfläche in m^2 eingegeben (1). Daran anschließend wird die vorbauliche Flächenqualität anhand einer Gewichtung der Hemerobiestufen bewertet. Dazu muss eine der Hemerobiestufe (2) zugeordnete Gewichtungszahl (3) in (4) eingetragen werden. Damit ist der Vorgang abgeschlossen, ein gewichtetes Vornutzungsäquivalent zu bestimmen. Abschließend müssen die zu erwartenden Flächenqualitäten in der Nutzungsphase bestimmt werden. Dazu werden in (5) die Anteile der zu erwartenden Flächenqualität in Quadratmetern den Hemerobiestufen (2) zugeordnet. Die Veränderung von der Vornutzungs- zur Nutzungsflächenqualität wird in (6) angezeigt. Werte über 100 weisen auf eine Erhöhung der Flächenqualität hin, Werte unter 100 auf eine Verringerung der Flächenqualität.

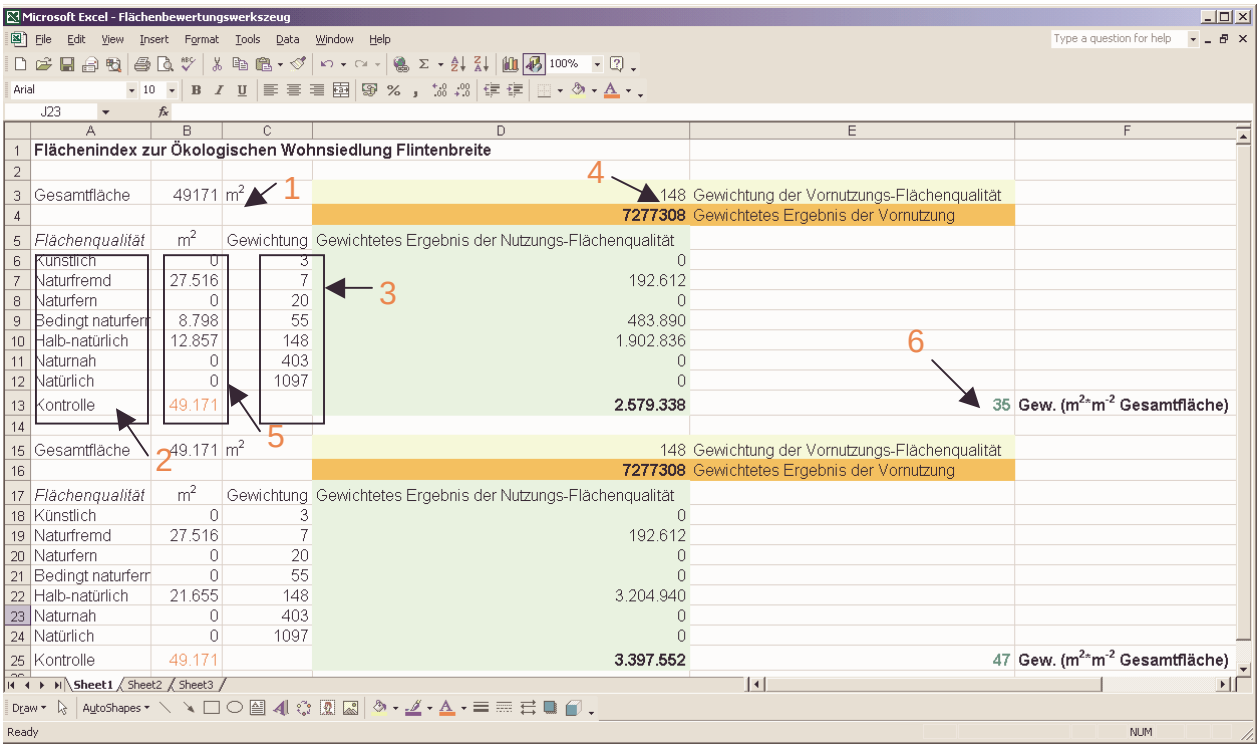


Abbildung 64: Screen-shot des Tabellenblatts zur Bewertung der Flächennutzung.

Selbstverständlich muss an dieser Stelle eingeräumt werden, dass die Festlegung der Gewichtungsfaktoren subjektiv und nicht ausreichend wissenschaftlich fundiert ist. Aus Mangel an handhabbaren und aussagekräftigen Alternativen scheint die gewählte Herangehensweise jedoch zielführend. Mit Hilfe dieses Werkzeugs können sowohl der Grad der Reduzierung der Flächenqualität auf Grund einer Baumaßnahme als auch Beiträge zu ihrer Aufwertung veranschaulicht werden. Zudem drückt die exponentielle Zunahme des Gewichtungsfaktors mit e^x den Wertzuwachs einer Fläche mit zunehmenden Natürlichkeitsgrad aus. Für die Baumaßnahmen zur Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ergeben sich für das Areal von insgesamt 4,9 ha folgende Flächennutzungen:

- Ca. 19.977 m^2 für die Wohngebäude
- Ca. 12.857 m^2 Ausgleichsflächen
- Ca. 6.285 m^2 Verkehrsflächen und private Grünflächen
- Ca. 3.959 m^2 für einen Spielplatz
- Ca. 3.580 m^2 für Stellplätze und öffentliche Verkehrsflächen
- Ca. 2.514 m^2 für die Pflanzenkläranlagen und deren Ableitungsgräben

Nach den in Kap. 4.5.1.4 ausgeführten Definitionen der Hemerobiestufen werden für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite rd. 12.857 m^2 als halb-natürlich, 8.798 m^2 als bedingt naturfern und 27.516 m^2 als naturfremd eingestuft. Diese Annahmen führen zu einem Flächenindex von genau 35 und somit zu der Note 6. In Abbildung 64 ist ein zweiter Fall dargestellt, der die Flächen der Pflanzenkläranlagen, die Ableitungsgräben der Pflanzenkläranlagen, die Verkehrsfläche und die private Grünfläche (Anger) der halb-natürlichen Hemerobiestufe zuordnet. Für diesen Fall, würde sich ein Flächenindex von 47 und damit die Note 5 ergeben. Ob diese Zuordnung aber ökologisch sinnvoll ist, darf bezweifelt werden, so dass die erste Annahme vermutlich die treffendere darstellt.

1	2	3	4	5	6
≥ 2.000	800 - 1.999	250 - 799	100 - 249	99 - 45	< 45

Dieses Ergebnis ist natürlich auf den ersten Blick unbefriedigend, spiegelt aber bei genauerer Betrachtung ein realistisches Bild wider. Die vor der Bebauung als halb-natürlich eingestufte Fläche wird durch die Baumaßnahme deutlich verändert. Auch wenn entsprechende Ausgleichsflächen gestaltet werden, bleibt ein hoher Grad an versiegelter und intensiv genutzter Fläche. Somit ergibt sich auf die Gesamtfläche bezogen eine Einbuße der Qualität. Würde die gleiche Baumaßnahme auf einer vorher versiegelten Fläche durchgeführt, würde sich eine ganz andere Bewertung ergeben. Ausgehend von einer künstlichen oder naturfremden Fläche würde sich ein Flächenindex von 1.749 bzw. 749 und damit die Note 2 bzw. 3 ergeben. Unter Flächenqualitätsgesichtspunkten scheint diese Schlussfolgerung durchaus plausibel. Perspektivisch sollte aber ggf. über ein eigenständiges Bewertungssystem für Neubaumaßnahmen auf vorher unbebauter Fläche nachgedacht werden, dass auch für diese Fälle eine differenziertere Beurteilung unterschiedlicher Planungskonzepte ermöglicht.

7.2.5 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den Wasserverbrauch

In diesem Abschnitt soll nicht der in der Nutzungsphase anfallende Wasserverbrauch bilanziert und bewertet werden. Diese durchaus sinnvolle Betrachtung sollte im Rahmen einer lebenszyklusweiten Betrachtung ergänzend durchgeführt werden. Da dieser Parameter jedoch personen- bzw. haushaltsspezifisch sehr unterschiedlich ist und für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite noch keine diesbezüglichen empirischen Daten vorliegen, werden die Verbräuche im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt.
Vielmehr geht es bei der nachfolgenden Betrachtung um den aus der Produktion der Baustoffe, dem Kühlwasser der Stromerzeugung etc. resultierenden (Trink-)Wassereinsatz. Als Grundlage der Bilanzierung dienen auch an dieser Stelle die GaBi-Software und das MIPS-Konzept. Mit Hilfe dieser beiden Werkzeuge können nach der in Kap. 7.1 beschriebenen Verfahrensweise Wasserverbräuche für die einzelnen Gebäude und Gewerke bzw. Kostengruppen erhoben werden.

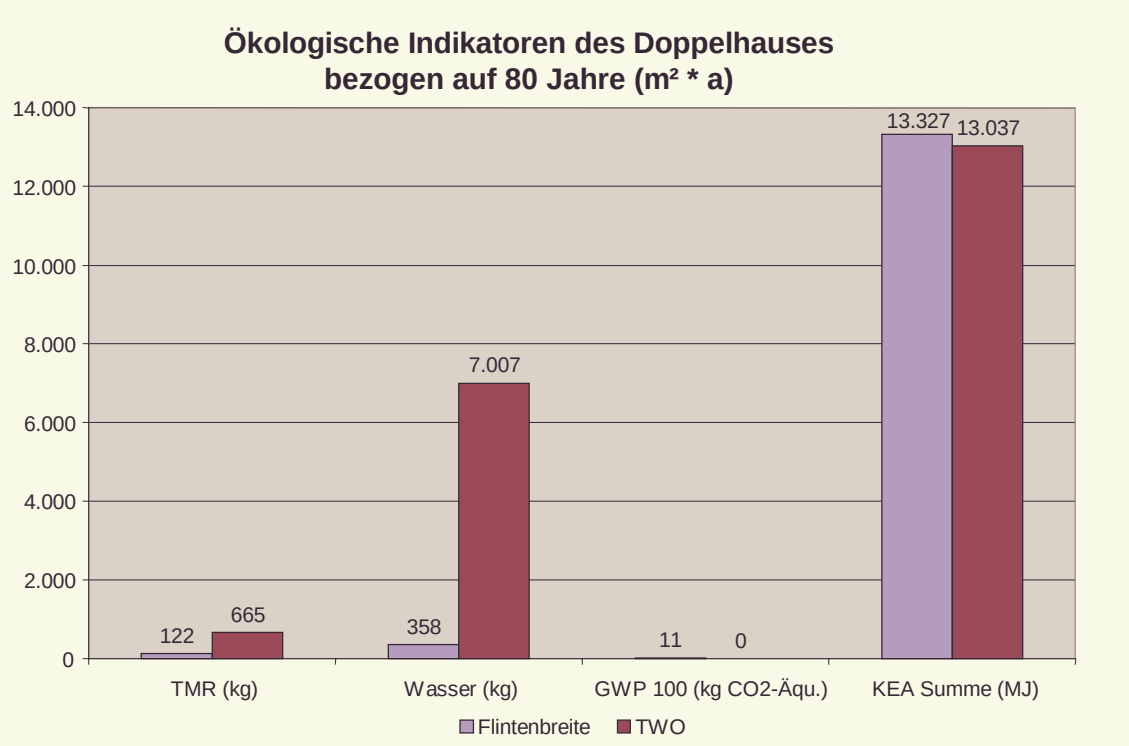
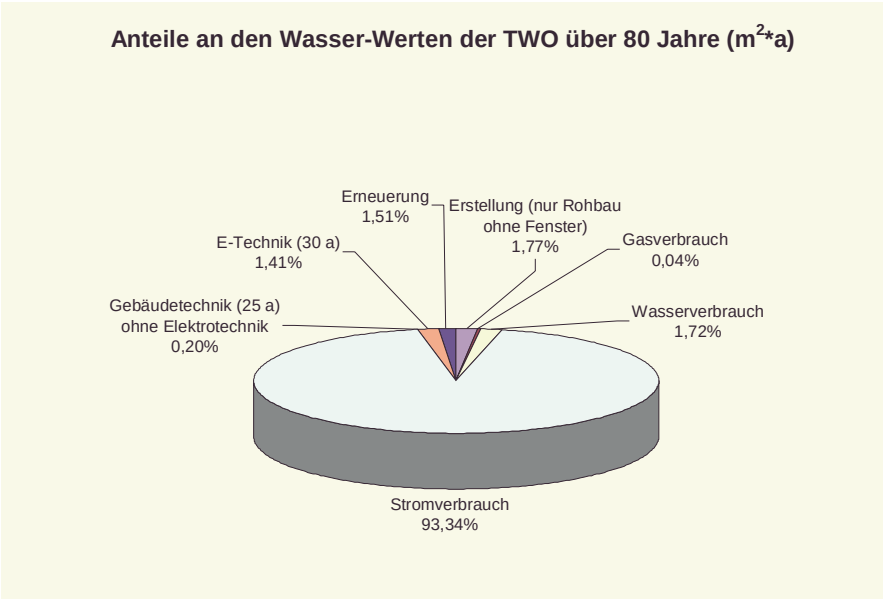


Abbildung 65: Vergleich des Wasserinputs der Flintenbreite und der TWO.

Die oberflächliche Betrachtung der Abbildung 65 suggeriert einen wesentlich höheren Wasserverbrauch über die betrachtete Lebensdauer von 80 Jahren für die TWO als für das Doppelhaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite. Eine detailliertere Aufschlüsselung des Wasserverbrauchs der TWO verdeutlicht, dass er primär aus dem Stromverbrauch in der Nutzungsphase resultiert (vgl. Abbildung 66), welche in der Flintenbreite überhaupt nicht berücksichtigt wird.



Es wird deutlich, dass die Art des genutzten Stroms einen entscheidenden Beitrag zur Schonung der Ressource Wasser beitragen kann. Der deutsche Strommix ist durch einen hohen Wassereinsatz in Folge der Kohleverstromung gekennzeichnet, was die Abbildung verdeutlicht.

Abbildung 66: Anteilige Wasserinputs der TWO über einen Zeitraum von 80 Jahren.

Ein sinnvoller Vergleich kann also auf Grund der fehlenden Datenbasis zum Doppelhaus nur ohne Berücksichtigung des persönlichen Wasser- und Stromverbrauchs vorgenommen werden.

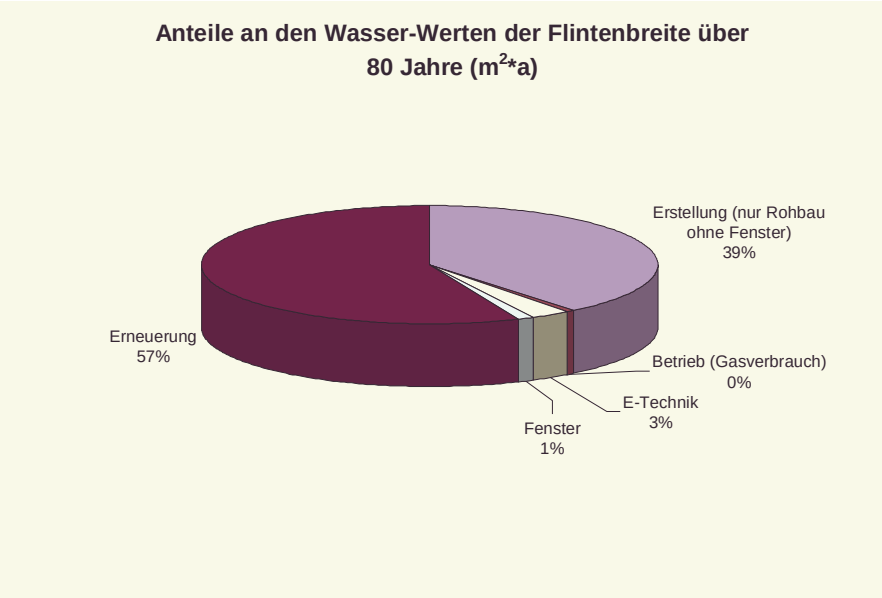


Abbildung 67: Anteile der einzelnen Positionen an den Wasserinputs des Doppelhauses über 80 Jahre.

Die nebenstehende Abbildung zeigt, dass der Wasserverbrauch hauptsächlich durch die Erneuerung mit rd. 57 % und die Erstellung des Rohbaus mit ca. 39 % bestimmt wird. Die anderen Positionen fallen kaum ins Gewicht.

Der Wassereinsatz für die vorgenannten Betrachtungsgrenzen beträgt für das Doppelhaus rd. 358 kg pro m^2 und Jahr. In der gleichen Größenordnung liegen die TWO mit 346 kg pro m^2 und Jahr. Ein weiterer Vergleich auf dieser Ebene ist nicht möglich, da die vier Referenzwohngebäude andere Systemgrenzen aufweisen. Betrachtet man jedoch bei allen sechs Gebäuden nur die Rohbauerstellung hinsichtlich des Wassereinsatzes, so wird deutlich, dass das Doppelhaus der Flintenbreite auf dieser Ebene den höchsten Wert aufweist. Hauptsächlich ist die Ursache dafür in den strom- und produktionsbedingten Prozessen für das Dach und die Porenbeton-Außenwand zu suchen. Der niedrigste Wert wird mit 76 kg pro m^2 und Jahr von Referenzhaus 3 erreicht. Die TWO liegen mit 124 kg pro m^2 und Jahr im Mittelfeld der Betrachtung.

Um eine repräsentative Bewertung hinsichtlich des Indikators Wasserverbrauch vornehmen zu können, bezieht sich die nachfolgende Skala nur auf die Rohbauerstellung. Die oben genannten Unzulänglichkeiten der zu Grunde liegenden Systemgrenzen sind dabei immer mit zu bedenken.

1	2	3	4	5	6
≤ 15 kg	16 – 49 kg	50 – 89 kg	90 – 119 kg	120 – 149 kg	≥150 kg

Für die Rohbauerstellung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite kann auch bei diesem Indikator nur die Note 5 vergeben werden. Die Note 1 spiegelt auch hier den anzustrebenden Faktor 10 der Ressourceneinsparung wieder.

7.2.6 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Planungs- und Durchführungskosten

Die Planungs- und Durchführungskosten sind Bestandteil einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, die in der Regel durchgeführt wird, bevor eine Investition getätigt wird. Insbesondere dann, wenn bei Vorhandensein mehrerer möglicher Investitionsalternativen die ökonomisch sinnvollste Entscheidung zu treffen ist.

Mit Hilfe statischer Verfahren der Wirtschaftlichkeitsberechnung können Investitionen auf einfache Art sehr kurzfristig beurteilt werden. Da aber im Verlauf der Nutzungsdauer einer Investition für anfallende Einnahmen und Ausgaben nur Durchschnittswerte verwendet werden, dienen diese Verfahren in der Regel nur zur Beurteilung kleinerer Investitionsvorhaben. Bei größeren Vorhaben kommen heutzutage dynamische Verfahren zum Einsatz, die die zeitlichen

Faktoren berücksichtigen, welche auf die investitionsbedingten Zahlungsvorgänge einwirken. So kann für die gesamte Nutzungsdauer die Vorteilhaftigkeit einer Investition unter Berücksichtigung der Zahlungen sowie deren Ab- und Aufzinsung auf ein Bezugsjahr untersucht werden.[114]

Wirtschaftlichkeitsberechnungen können auch zur Beurteilung von Investitionen aus gesamtgesellschaftlicher Sicht herangezogen werden. Solche Rechnungen sind dann durchzuführen, wenn privatwirtschaftliche Kosten und Nutzen von gesamtgesellschaftlichen Kosten und Nutzen abweichen. Bei dieser Art der Beurteilung handelt es sich um Nutzen-Kosten-Untersuchungen.

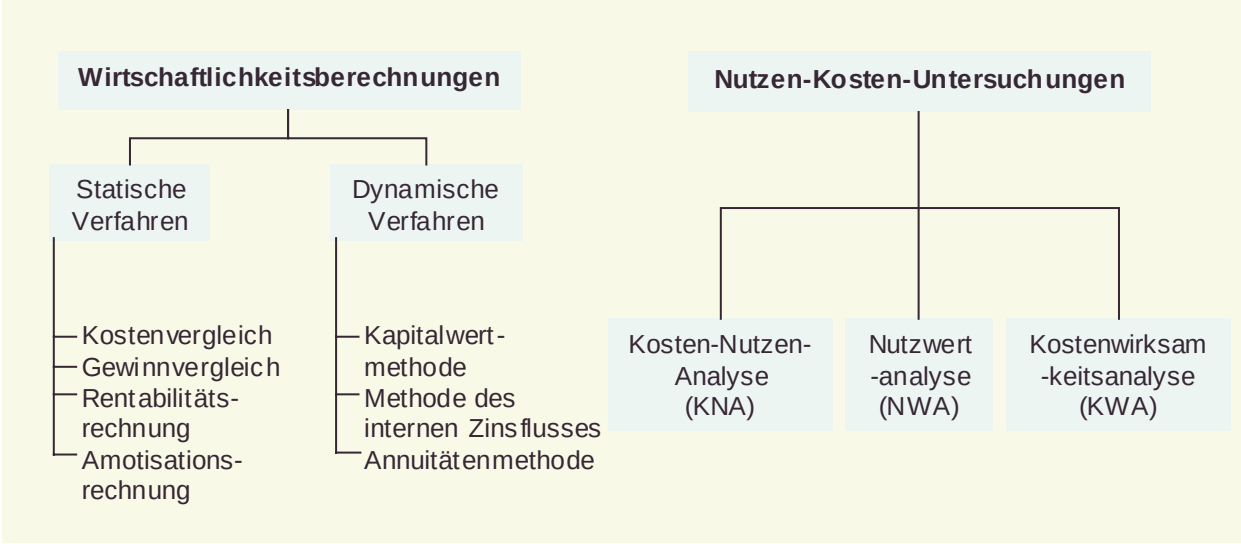


Abbildung 68: Einteilung der Verfahren für Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Nutzen-Kosten-Untersuchungen.

Anhand eines dynamischen Verfahrens der Wirtschaftlichkeitsberechnung sollte das Doppelhaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite untersucht und mit den Referenzgebäuden verglichen werden. Da leider bis zur Fertigstellung dieser Arbeit keine ausreichende Datenlage vorhanden war, kann dieser Punkt nicht in der notwendigen Breite ausgeführt werden. Eine erste Annäherung soll jedoch auf Basis grober Abschätzungen versucht und Skalen für eine mögliche Bewertung ausgearbeitet werden.

Um die Planungs- und Durchführungskosten eines Bauvorhabens sinnvoll bewerten zu können, sollte der prozentuale Anteil an den Gesamtkosten ausgewiesen werden. Das Ziel sollte es sein, die Planungskosten so gering wie möglich zu halten.

Nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) darf der Architekt ungefähr 10 % der reinen Baukosten verlangen, sofern alle Architektenleistungen in Anspruch genommen werden. Außerdem kann ein zusätzliches Erfolgshonorar vereinbart werden. Zum Beispiel dann, wenn die vorausberechneten Baukosten unterschritten werden. Maximal 20 % der eingesparten Summe kann der Architekt dann als Extra-Honorar erhalten.

Die durchschnittlichen Kosten für die Planung liegen für ein Wohngebäude bei rd. 12 %.[115] Die planungs- und ausführungsbegleitenden Kosten im Rahmen der Ökologischen Wohnsiedlung

[114] Zu welchen Effekten diese heutzutage gängige Verfahrensweise führt, wird innerhalb des Fazits diskutiert.

[115] http://www.mybau.com/produktion/MYBAU/WebSite/intro-projekt/whitepaper_projektraum.pdf

Flintenbreite liegen laut Aussagen der Planer vermutlich über diesem Schnitt. Diese Tatsache verwundert nicht, da es sich bei diesem Siedlungsvorhaben um ein Unikat mit sehr engagierten Zielen handelt, das viele neue Technologien in ein Konzept zu integrieren versucht. Die zeitlichen Aufwendungen für Planungsbesprechungen übersteigen den ‚normalen' Aufwand bei weitem. Faktisch fließen diese anrechenbaren Leistungen jedoch nicht zu 100 % in die Kostenkalkulation ein, sondern werden unentgeltlich in Form unbezahlter Mehrbelastungen erbracht. Im Rahmen einer geschlossenen betriebswirtschaftlichen Kalkulation sind diese Leistungen jedoch zu berücksichtigen und würden die Planungskosten faktisch erhöhen.

Da keine aussagekräftigen und aufgeschlüsselten Unterlagen hinsichtlich der Kosten für das Bauvorhaben der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite vorliegen, wird an dieser Stelle von einer Benotung Abstand genommen. Über die Aussagekraft dieses Indikators wird an dieser Stelle nicht diskutiert, sondern auf die Ergebnisdiskussion in Kap. 7.3.1 verwiesen.

1	2	3	4	5	6
< 5 %	5 - 8 %	9 - 12 %	13 - 16 %	17 - 20 %	> 21 %

7.2.7 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Errichtungs- und Herstellungskosten

Die nachfolgende Betrachtung bezieht sich explizit nur auf die Kostengruppe 300, da nur für diese eine entsprechende Datengrundlage der Wohngebäude der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite vorliegt. Diese Eingrenzung scheint aber dennoch zielführend, da im Mittel rd. 80 % der resultierenden Kosten der KG 300 und 400 auf die erstgenannte Kostengruppe entfallen.

Zur Einordnung der Errichtungs- und Herstellungskosten des Doppelhauses werden die in Kap. 4.4.4 und Kap. 4.4.5 vorgestellten Hilfsmittel NKI und BKI verwendet. Mit ihnen können die sog. Kostenkennwerte zum Ansatz gebracht werden, die das Verhältnis von Kosten bestimmter Kostengruppen nach DIN 276 zu bestimmten Bezugseinheiten nach DIN 277 darstellen. Der Kostenstand für alle Angaben ist das 2. Quartal 1999 und beinhaltet eine Umsatzsteuer von 16 %.

Als Referenzobjekte innerhalb des NKI und BKI werden Ein- und Zweifamilienhäuser des mittleren bis hohen Standards angenommen. Für diese Objekte wird eine Kostenkennwertspanne für die KG 300 von 1.279 bis 1.524 DM pro Quadratmeter Bruttogrundfläche bzw. 1.915 bis 2.281 DM pro Quadratmeter Nutzfläche angegeben. Bei der Umrechnung wurde von einem Verhältnis von 100 % Bruttogrundfläche zu 66,8 % Nutzfläche ausgegangen.

Für das Doppelhaus der Flintenbreite werden laut früherer Aussagen des Bauträgers Kosten in Höhe von 1.724 DM pro Quadratmeter veranschlagt, wobei die gleichen Annahmen gelten wie zuvor ausgeführt. Bei diesem Vergleich muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Referenzkostenkennwerte auf bereits abgerechneten Bauvorhaben basieren, wohingegen sich die Grundlage für den Kostenkennwert der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite auf eine Kostenschätzung stützt.

Bezogen auf die Gebäudeklasse ‚Ein- und Zweifamilienhäuser des mittleren bis hohen Standards' scheinen die Kosten für die KG 300 des Doppelhauses unter denen der bundesweiten Vergleichsobjekte zu liegen. Wenn man davon ausgeht, dass die Qualität der Ausführungen in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite überdurchschnittlich gut sind, wofür u. a. die wissenschaftliche Begleitung spricht, und man daneben die Integration modernster Haustechnik berücksichtigt, dann können die Gebäude ggf. auch der Klasse der Gebäude mit hohem Standard zugeordnet werden. Innerhalb eines solchen Vergleichs schneidet das Doppelhaus dann noch günstiger ab. Allerdings muss einschränkend berücksichtigt werden, dass Lübeck, wie die

meisten Städte, einen Bevölkerungsrückgang zu verzeichnen hat und dass in Schleswig-Holstein Bauvorhaben günstiger sind als im bundesweiten Schnitt, der für die Referenzkostenkennwerte maßgeblich ist. Die Referenzkostenkennwerte sind folglich für einen Vergleich in Lübeck nach unten zu adaptieren.

Dennoch erhält das Doppelhaus in dieser Kategorie unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen die Note 3.

1	2	3	4	5	6
≤ 1.399 DM	1.400 – 1.699 DM	1.700 – 1.949 DM	1.950 – 2.199 DM	2.200 – 2.399 DM	≥ 2.399 DM

7.2.8 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Instandhaltungskosten

Die Instandhaltungskosten erfahren vor dem Hintergrund einer Kostenoptimierung im Baugewerbe eine stetig zunehmende Bedeutung. Waren früher in erster Linie die Kosten für das Gebäude und das Grundstück im Blickpunkt, so führen die gestiegenen Mietnebenkosten und die zunehmend angespannte gesamtwirtschaftliche Lage langsam zu einem Umdenken. Bei Bauherren, die in der Folge das Gebäude bzw. einen Teil davon als Wohneigentum nutzen wollten, stand diese Denkweise schon früher im Vordergrund. Im Bereich des Mietwohnungsbaus war und ist teilweise immer noch die Praxis eine andere, zumindest in Bezug auf die Nutzungskosten auf Grund des ‚Planer-Nutzer-Dilemmas'. Eine möglichst kostengünstige Lösung der Gebäudeerstellung zu Lasten der Nutzungskosten diktiert häufig die gebaute Praxis. Um dieses Problem der Kostenverlagerung einzudämmen, ist eine ergänzende getrennteBetrachtung der Erstellungskosten und der Nutzungs- und Instandhaltungskosten sinnvoll.

Nach § 28 Absatz 2 der II. Berechnungsverordnung sind die anzusetzenden Instandhaltungskosten jedoch begrenzt. Als Instandhaltungskosten dürfen je Quadratmeter Wohnfläche im Jahr zukünftig nur die folgenden Pauschalen angesetzt werden:

1. für Wohnungen, deren Bezugsfertigkeit am Ende des Kalenderjahres weniger als 22 Jahre zurückliegt, höchstens 7,10 Euro,
2. für Wohnungen, deren Bezugsfertigkeit am Ende des Kalenderjahres mindestens 22 Jahre zurückliegt, höchstens 9 Euro,
3. für Wohnungen, deren Bezugsfertigkeit am Ende des Kalenderjahres mindestens 32 Jahre zurückliegt, höchstens 11,50 Euro.

Die Pauschalen verringern sich bei eigenständig erzeugter Wärme im Sinne des §1 Abs. 2 Nr. 2 der Verordnung über Heizkostenabrechnungen in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Januar 1989 (BGBl. I S. 115) um 0,20 Euro. Sie erhöhen sich für Wohnungen, für die ein maschinell betriebener Aufzug vorhanden ist, um 1 Euro.

Trägt der Mieter die Kosten für kleine Instandhaltungen in der Wohnung selbst, so verringern sich die Pauschalen um 1,05 Euro.

Trägt der Vermieter die Kosten für Schönheitsreparaturen, so dürfen sie höchstens mit 8,50 Euro je Quadratmeter Wohnfläche im Jahr angesetzt werden. Eine Verringerung des Betrages in Abhängigkeit davon, ob die Wohnung überwiegend nicht tapeziert, ohne Heizkörper ausgestattet oder überwiegend nicht mit Doppel- oder Verbundfenstern ausgestattet ist, ist nicht mehr vorgesehen.

Für Garagen oder ähnliche Einstellplätze dürfen als Instandhaltungskosten einschließlich der Kosten für Schönheitsreparaturen höchstens 68 Euro jährlich je Garagen- und Einstellplatz angesetzt werden.

Die für die Instandhaltungskosten zum Ansatz gebrachten Pauschalen werden wie die Sätze der Verwaltungskosten auf Basis des Lebenshaltungsindex regelmäßig verändert. Bei der Aufstellung der Betriebskosten können zukünftig auch die Kosten zur Wartung von Wasserzählern zum Ansatz gebracht werden. Im Rahmen der Lastenberechnung gilt zukünftig für Verwaltungskosten eine Höchstgrenze von 275 Euro, die ebenfalls auf Basis des Lebenshaltungsindex regelmäßig verändert wird.

Da bis zur Fertigstellung der Arbeit keine validen Angaben zu den erwarteten Instandhaltungskosten für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite ermittelt werden konnten, werden die mündlich getroffenen Aussagen der Planer herangezogen, die von einem durchschnittlichen Kostenaufwand ausgehen.

Nach telefonischen Anfragen bei Wohnungsbaugesellschaften wie z. B. der GWG in Wuppertal, belaufen sich die durchschnittlichen Instandhaltungskosten auf rd. 4,60 € pro Quadratmeter und Jahr.[116] Wenn davon ausgegangen wird, dass eine Wohnungsbaugesellschaft mit einem recht großen Bestand eine Instandhaltung kosteneffizienter durchführen kann als dies bei kleineren Bauvorhaben möglich ist, dann scheint ein Wert von 5 € pro Quadratmeter und Jahr angemessen. Basierend auf diesen Annahmen kann dem Doppelhaus die Note 4 für diesen Indikator zugeordnet werden.

1	2	3	4	5	6
< 1,99 €	2,00 – 2,99 €	3,00 – 4,49 €	4,50 – 5,99 €	6,00 – 7,10 €	> 7,10 €

7.2.9 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Rückbaukosten

Die Rückbaukosten spielen in der heutigen Bauplanung so gut wie keine Rolle, da sie in der Regel erst in der Zukunft anfallen, zumeist nach mehreren Generationen von Nutzern. Die vorangegangenen Kapitel haben aber auch deutlich gemacht, dass perspektivisch eine sorgsamer Umgang mit natürlichen Ressourcen und Fläche unabdingbar ist, wenn wir dem Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung zur Umsetzung verhelfen wollen, und dabei kommt dem Bausektor in den Industrienationen eine besondere Bedeutung zu.

Darüber hinaus sind die finanziellen Aufwendungen für den Rückbau in den letzten Jahren merklich angestiegen, so dass, neben den verschärften gesetzlichen Anforderungen an die Deponierung von Baureststoffen, auch die wirtschaftliche Relevanz der Endphase eines Gebäudelebenszyklus bedeutsamer wird.

Auch wenn sich die Preise zur Deponierung von Bauschutt regional erheblich unterschedein (die Preise schwanken zwischen 39,37 € pro Tonne in Mannheim,[117] 27 € pro Kubikmeter im Landkreis Verden[118] bis hin zu 163 € pro Tonne in Karlsruhe[119]), sind die Rückbaukosten für ein Gebäude nicht unerheblich. Bei einer angenommenen Masse von rd. 1.500 kg pro Quadratmeter Nutzfläche (nur Rohbau) eines Wohnhauses mit 128 m^2 Nutzfläche würden Deponiekosten in

[116] Telefonat mit Herrn Lichte am 18. April 2002.

[117] http://www.mannheim.de/abfallwirtschaft/gebuehren/index.shtml

[118] http://www-landkreis-verden.de/bauen/abfall/bauschuttdeponien.cfm

[119] http://www.karlsruhe.de/Stadt/Stadtrecht/s-7-13.htm

Höhe von 7.500 bis 31.000 € zu Buche schlagen. Das können immerhin 4 bis 16 % des Kaufpreise eines Wohngebäudes sein.

Das Ziel sollte es folglich sein, ein Gebäude so zu konstruieren, dass am Ende des Lebenszyklus der Rückbau geringe bzw. keine zusätzlichen Kosten verursacht. Zukünftig könnte ein Haus auch als eine Art ‚Materiallager' dienen, in dem man wohnt und für die Veräußerung der einzelnen ‚Bausteine' am Ende des Lebenszyklus sogar noch Geld erhält.[120] Um eine sinnvolle Einordnung in Bezug auf die Herstellungskosten zu erreichen, erfolgt die Benotung bezogen auf den relativen Kostenanteil des Rückbaus an den Baukosten. Vor diesem Hintergrund bietet das Doppelhaus der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite einige positive Ansätze, z. B. das Dach betreffend oder auch die nicht behandelte Holzfassade, die im Rahmen der hier nur möglichen Abschätzung insgesamt zu einer der Note 3 für den Rückbau führen.

1	2	3	4	5	6
0 % bzw. Gewinn	1 – 4 %	5 – 8 %	9 – 11 %	12 – 14 %	> 15 %

7.2.10 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den Mietspiegel und die Nebenkosten

Für die Befriedigung der Grundbedürfnisse Wohnen, Ernähren, Kleiden verwendeten die Haushalte im Jahr 1998 im Schnitt anteilsmäßig 52 % der Verbrauchsausgaben, das entsprach monatlich 2.144 Mark in West- und 1.683 Mark in Ostdeutschland. Die Ausgaben für das Wohnen benhalten die Wohnungsmiete einschließlich der Nebenkosten, Energie und Instandhaltung und sind der größte Posten in den Haushaltsbudgets. Dafür gaben die Haushalte in Deutschland durchschnittlich 1.289 Mark im Monat aus. In den letzten Jahren sind die durchschnittlichen Ausgaben für Mieten (einschließlich Nebenkosten, ohne Heizung und Warmwasser) der Haushalte in Deutschland gestiegen. Im ersten Halbjahr 1998 machten die Wohnungsmieten einschließlich Nebenkosten rund 25 % des privaten Verbrauchs aus. 1993 waren es rund 19 %. Am stärksten von den Mietpreissteigerungen war der Osten Deutschlands betroffen: In den neuen Bundesländern und Ost-Berlin mussten die Haushalte im ersten Halbjahr 1998 im Schnitt 94 % mehr zahlen als fünf Jahre zuvor. Zum Vergleich: Im früheren Bundesgebiet stiegen im gleichen Zeitraum die Mieten ‚nur' um 44 %.[121]

Nach Angaben des Verbandes Deutscher Makler (VDM) in Schleswig-Holstein bedeutete dies für die Stadt Lübeck im Jahr 2001, dass ein Mieter für den Erstbezug einer Wohnung mit ca. 70 - 80 m^2 zwischen 11 und 15 DM netto Kaltmiete zahlen musste. Der Preisspiegel für Wohn- und Anlageimmobilien weist darüber hinaus für 2001 für ein Reihen- bzw. Doppelhaus in Lübeck mit normaler bis überdurchschnittlicher Ausstattung und 100 - 140 m^2 Wohnfläche einen Kaufpreis von 330 bis 460 Tsd. DM aus.

Die Häuser der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite liegen mit 15 DM/m^2 Kaltmiete bzw. 3.100 DM/m^2 für ein Kaufobjekt am oberen Limit des Preisspiegels. Für die Mieter oder Käufer werden sich jedoch, nach vorläufigen Berechnungen der Planer, die deutlich unter dem Schnitt liegenden Nebenkosten positiv bemerkbar machen, so dass, abhängig von der zukünftigen Preisentwicklung der Abwasser-, Müll- und Energiekosten, Einsparungen im Bereich von monatlich 20 Pf. bis über 1 DM pro Quadratmeter durchaus realistisch scheinen (vgl. Kap. 7.3). Auf Grund der recht hohen Mietkosten werden die Nebenkosten der Bewohner der Flintenbreite ‚nur' um die 10 - 15 % der Kaltmiete ausmachen.

[120] Weitere diesbezügliche Gedanken sind Bestandteil des Fazits.

[121] http://www.mieterschutzbund-berlin.de/wirtschaft/artikel/002wi2.shtm

Der Hauptkostentreiber für die Privathaushalte, bezogen auf die Kaltmiete und die Nebenkosten, bleibt die Kaltmiete, so dass sie bei unveränderten Rahmenbedingungen auch hauptsächlich die Benotung für diesen Indikator bestimmen muss. Die Nebenkosten können sozusagen nur die Tendenz der grundsätzlichen Benotung bestimmen. Diese kumulierte Betrachtung der Miet- inkl. Nebenkosten führt vor dem geschilderten Hintergrund im Lübecker Vergleich zu der Note 5. Sollte sich das Verhältnis zwischen Kaltmiete und Nebenkosten z. B. auf Grund der Internalisierung externer Kosten z. B. für ökologischen Schäden in Folge der Kohleverstromung, der Trinkwasserverunreinigung etc. und/oder eines Wandels des gesellschaftlichen Wertesystems umkehren, dann wäre eine Überarbeitung der Skala notwendig. Dann könnte das integrierte Konzept der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite auch bei diesem Indikator seine Vorzüge zur Geltung bringen und den Bewohnern Kosten reduzieren.

1	2	3	4	5	6
Unterer Bereich des Mietpreis-spiegels und geringe Nebenkosten	Unterer Bereich des Mietpreis-spiegels und hohe Nebenkosten	Mittlerer Bereich des Mietpreis-spiegels und geringe Nebenkosten	Mittlerer Bereich des Mietpreis-spiegels und hohe Nebenkosten	Oberer Bereich des Mietpreis-spiegels und geringe Nebenkosten	Oberer Bereich des Mietpreis-spiegels und hohe Nebenkosten

7.2.11 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Altersstruktur

Da die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite bis zur Fertigstellung dieser Arbeit nur zu einem Fünftel bewohnt war, musste auf die anfangs geplante umfangreiche empirische Befragung der Siedlungsbewohner verzichtet werden.[122] Deshalb kann an dieser Stelle nur eine Mutmaßung hinsichtlich der Altersstruktur der Siedlungsbewohner vorgenommen und eine mögliche Quantifizierung aufgezeigt werden.

Im Allgemeinen wird von der Annahme ausgegangen, dass es unter gesellschaftlichen und sozialen Gesichtspunkten von Vorteil ist, wenn die Alterstruktur in einem Wohnquartier möglichst dem Schnitt der Bevölkerung entspricht. Dies bietet die Möglichkeit, das heute oft fehlende familiäre Zusammenleben mehrer Generationen ‚unter einem Dach' durch ein Zusammenleben ‚unter benachbarten Dächern' zu ersetzen. Auch wenn dieser Annahme keine wissenschaftliche Untersuchung zu Grunde liegt, zeigen die Beobachtungen zu den Wohnsiedlungen, die in den 60er und 70er Jahre errichtet wurden, dass nach dem Auszug der Kinder die verbleibenden Eltern sich häufig über eine zu große Wohnung und die fehlende Atmosphäre in der Siedlung beklagt haben. Ihnen fehlte die Vitalität, die durch ein generationsübergreifendes Wohnen innerhalb eines Wohnquartiers gegeben ist. Erst in der zweiten und dritten Bewohnergeneration beginnt eine Durchmischung, die von dem Gros der dort lebenden Bevölkerung begrüßt wird.

Selbstverständlich lassen sich auch andere Stimmen vernehmen, die einen ähnlichen Altersdurchschnitt in der Siedlung befürworten. Diese Stimmen sind häufig von jungen Familien, insbesondere von Müttern zu vernehmen. Da sie zumeist auch heute noch den Part der Kinderbetreuung übernehmen und den Großteil ihrer Zeit zu Hause verbringen besteht ihr Interesse darin, Menschen in unmittelbarer Umgebung mit recht ähnlich gelagerten Sorgen vorzufinden.

Eine andere Form des Zusammenlebens, nämlich ein generationsübergreifendes wie es bereits vielfach vorzufinden ist (Gestring et al. 1997), u. a. im Lebensgarten in Steyerberg (Declan

[122] Eine kurze schriftliche Befragung zur Feststellung der Akzeptanz des Abwasserkonzeptes wurde dennoch durchgeführt. Die Ergebnisse werden in Kap. 7.3 wiedergegeben.

Kennedy und Kennedy 1998), könnte ihnen auch dieses Forum bieten, ohne jedoch nur eine temporär optimierte Situation darzustellen.

Ob diese Behauptung richtig und sinnvoll ist, soll nicht Thema dieser Arbeit sein, sondern muss von Seiten der Sozialwissenschaften weiter erforscht werden. Für die vorliegende Arbeit wird von der Richtigkeit dieser These ausgegangen und der Versuch einer Benotung der Annäherung an die durchschnittliche Verteilung unternommen.

Als Basis zur Beurteilung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite wird hierzu die Bevölkerungsverteilung in Schleswig-Holstein (Abbildung 69) zu Grunde gelegt. Mit Hilfe einer statistischen Herangehensweise, die an dieser Stelle nicht näher ausgeführt werden muss, läßt sich eine entsprechende Abweichung von der ‚Realverteilung' feststellen. Wird diese ‚Realverteilung' ± 10 % erreicht, besteht eine annähernde Kongruenz und wird mit der Note 1 beurteilt. Zunehmende Abweichungen von der ‚Realverteilung' führen zu einer immer ungünstiger werdenden Benotung.

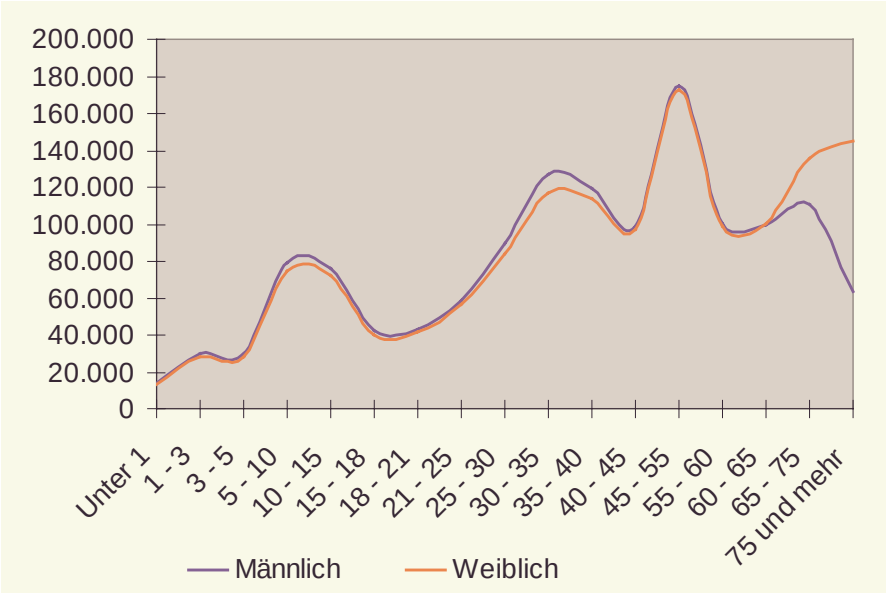


Abbildung 69: Bevölkerungsverteilung in Schleswig-Holstein im Jahr 1999 (Quelle: Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein).

Für die Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ist neben dem Verkauf und der Vermietung der Reihen- und Doppelhäuser auch die Vermietung einzelner Wohnungen des Geschosswohnungsbaus auf der Ebene eines Wohnberechtigungsscheins geplant. Auf Grund dieser Tatsache besteht die Chance neben einer gesellschaftlichen Durchmischung auch einen Schritt in Richtung eines generationsübergreifenden Miteinanders zu gehen. Dadurch könnte es gelingen, die zur Zeit doch recht klassische Besetzung beim Erstbezug durch junge Familien mit 1 bis 2 Kindern etwas aufzuweichen. Wie Anreize in einer freien Marktwirtschaft gestalten sein sollen, um diese angedachte Durchmischung zu forcieren, sofern dies als sinnvoll erachtet wird, sollte auch Bestandteil einer eigenständigen Untersuchung sein. Auf Grund des Fehlens einer aussagekräftigen Datenbasis wird zu diesem Zeitpunkt auf eine Benotung verzichtet.

1	2	3	4	5	6
± 10 %	± 20 %	± 30 %	± 40 %	± 50 %	± 60 %

Das das Vorhaben eines generationsübergreifenden Zusammenlebens nicht einfach zu realisieren ist, kann auch am Beispiel der deutschen Vorzeige-Siedlung ‚Vauban' im Freiburger Breisgau beobachtet werden. „Der Gemeinderat hatte vor der Vergabe von Bauplätzen ein so genanntes Blockprofil erstellt, mit dem man erreichen wollte, dass ein repräsentativer Querschnitt der Freiburger Bevölkerung im Vauban angesiedelt wird. Menschen unterschiedlichster Berufe mit unterschiedlichem Einkommen, sozialem Status und eben auch Alters sollten das Vauban

bewohnen“ (Freund 2001, 8). Gerade ältere Menschen schreckten vermutlich vor dem zu erwartenden Kinderlärm zurück. Obwohl Baugruppen mit einem möglichst hohen Anteil älterer Menschen bei der Auswahl deutlich bevorzugt werden sollten, stießen insbesondere die Baugrundstücke an der Grünspange, die auch als Spielplatz dienen wird, auf Ablehnung bei dieser Zielgruppe. Auch wenn mittlerweile ein vermehrter Nachzug von alten Elternpaaren und verwitweten, alleinstehenden Elternteilen in das Vauban festgestellt werden kann, liegt der Anteil der über 50jährigen der insg. 2123 Einwohnern bei nur 2,4%.

7.2.12 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Einkommensstruktur

Dass eine gerechtere Einkommensverteilung innerhalb der Gesellschaft angemahnt und gefordert wird ist nicht neu. Viel diskutiert werden auch die Zusammenhänge zwischen der nicht zu leugnenden Verarmung immer größerer Teile der Bevölkerung, der Kumulation sozial Benachteiligter in geographisch abgegrenzten Wohnquartieren[123] und der Zunahme an Gewaltdelikten. Neben vielen anderen Aspekten wie z. B. der Verbesserung privater und beruflicher (Aus-)Bildungschancen wird auch der gerechteren Einkommensverteilung in der sozialwissenschaftlichen Diskussion eine Schlüsselrolle zur Lösung der angesprochenen Probleme zugeschrieben.

Deswegen überrascht es nicht, dass sich u. a. diverse lokale Agenda-Aktivitäten mit diesem Thema im Rahmen des Bereichs Gesellschaft und Soziales beschäftigen.[124] Eine gerechtere Einkommensverteilung wird vielfach als ein Schritt in die Richtung einer nachhaltigeren Entwicklung angesehen.[125]

Als sehr problematisch stellt sich jedoch die Anwendung dieses Indikators auf der Siedlungsebene heraus. Abgeleitet von der gesellschaftlichen Sichtweise schiene es sinnvoll, dass der Bereich der Einkommensverteilung innerhalb eines (Wohn-)quartiers eine möglichst geringe Amplitude um den regionalen Durchschnittslohn aufweist. Die Erkenntnisse von Stadtplanern und Sozialwissenschaftlern tendieren jedoch in die Richtung der sozialen Durchmischung von (Wohn-)quartieren, was sich z. B. auch an dem Ziel eines generationsübergreifenden Wohnens festmachen läßt.

Das Ziel müsste es also sein, eine ideale soziale Quartiersdurchmischung anzustreben, die eine ‚gesundes’ Einkommensgefüge aufweist, ohne dass sich ein unverträglicher Sozialneid einstellt. Ob dies gelingen wird, darf angezweifelt werden. Wenn doch, dann steht eine sinnvolle mathematische Herangehensweise sowie eine Überprüfung der Aussagekraft des Indikators noch aus und sollte von Seiten der Stadtplaner und Sozialwissenschafter unterstützt werden. Denkbar wäre z. B. die Ausweisung von Variationskoeffizienten, die aussagen wie viel % vom arithmetischen Mittelwert die Standardabweichung beträgt. Dies wäre ein Indikator dafür, inwieweit sich ein Einkommensgefüge vom Durchschnitt einer umgebenden Region entfernt. Sofern die Haushaltseinkommen erhoben sind, kann eine Normalverteilung um den Mittelwert angenommen werden, so dass die Berechnung einer Standardabweichung möglich ist. Wenn der Planungsansatz die Kombination von Geschosswohnungsbau und Einfamilienreihen- und/oder Doppelhäusern vorsieht und ggf. einige Wohneinheiten für soziale Randgruppen zugänglich macht, könnte dieser angedachte Ansatz der Einkommensverteilung der Haushalte in einer zweiten Stufe eine weitere Annäherung an ein nachhaltiges Quartier darstellen.

---

[123] Wenn heute in der öffentlichen und wissenschaftlichen Diskussion von „benachteiligten“ Quartieren, „sozialen Brennpunkten“ und „überforderten Nachbarschaften“ die Rede ist, dann geht es in der Regel um zwei unterschiedliche Typen städtischer Quartiere: das innerstädtische Altbauquartier und die Großsiedlung am Rande der Stadt (http://www.gwdg.de/sofi/frames/publik/mitt29/kronauer-vogel.htm).

[124] Vgl. dazu http://www.difu.de/index.shtml?/publikationen/difu-berichte/3_00/artikel6.shtml

[125] http://www.bwo.admin.ch/de/publi/pcont_01_sr71.htm

Da für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite keine diesbezüglichen Erhebungsdaten vorliegen, wird auch dieser Indikator nicht bewertet. Auf Grund der fehlenden sinnvollen mathematischen Herangehensweise weist die zweite Zeile der Skala keinen Wertebereich auf.

1	2	3	4	5	6
?	?	?	?	?	?

7.2.13 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Arbeitslosenquote

Im Gegensatz zu den Ausführungen zum letztgenannten Indikator der Einkommensverteilung ist im Allgemeinen der Indikator der Arbeitslosenquote (leider) sehr vertraut. Nach Angaben der Bundesanstalt für Arbeit waren im Monat März 2002 von den 82.482.000 Einwohnern in Deutschland 4.156016 Menschen als Arbeitslose erfasst.[126] Das sind 10 % der erwerbstätigen Bevölkerung.

Obwohl uns dieser Indikator aus der Presse wohl bekannt ist, gestaltet sich auch in diesem Fall die Operationalisierung auf der Siedlungsebene als sehr diffizil. Die gesamtgesellschaftliche Zielsetzung mit einer Senkung der Arbeitslosenquote ist klar benannt, aber was heißt das für die Siedlungsebene? Nach den Ausführung der vorangegangenen Abschnitte ist der Wunsch einer sozialen Durchmischung in unterschiedlicher Prägung allgemein akzeptiert, auch wenn die Ideen zur Ausgestaltung zumeist noch sehr unpräzise sind. Für den Punkt der Arbeitslosenrate bedeutet dies, dass eine Integration arbeitsloser Menschen in das Siedlungsgefüge wünschenswert erscheint. Über den Sinn,[127] die Höhe und die Machbarkeit der Umsetzung dieses Wunsches wird sicherlich noch zu diskutieren sein, aber als erste Grundlage soll auch hier die Orientierung an dem regionalen Durchschnitt dienen.

Für Lübeck im Allgemeinen und die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite im Speziellen bedeutet dies, dass der Anteil arbeitsloser Menschen an der Siedlungsbewohnerschaft rd. 11 % ausmachen muss, damit sie entsprechend des gemeldeten Stands für den Monat März 2002 repräsentativ vertreten sind. Für die geplanten 350 Einwohner der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite würde dies rund 38 Menschen bedeuten. Welche Auswirkungen eine Unter- bzw. Überschreitung dieser Grenze mit sich bringt, kann an dieser Stelle nur gemutmaßt werden. Eine Unterschreitung führt ggf. zu einer Erhöhung der Quote arbeitsloser Menschen in anderen Quartieren und damit nur zu einer räumlichen Verlagerung möglicher gesellschaftlichen Probleme. Eine Überschreitung würde in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite die benannten Problemen bewirken.[128]

Um zu einer Beurteilung dieses Indikators zu gelangen, müssen viele unbewiesene Annahmen getroffen werden, die jedoch transparent dargestellt als Auforderung an alle Fachdisziplinen verstanden werden sollen, sich an dem wissenschaftlichen Diskurs zu beteiligen und gemeinsam nach Lösungen zu suchen. Mit der Note 1 wird vorerst das Ziel honoriert, die gesamtgesellschaftlichen Probleme gleichverteilt zu schultern. Konkret bedeutet dies, betrüge die Arbeitslosenquote der Siedlungsbewohnerschaft in der Ökologischen Wohnsiedlung

[126] http://www.arbeitsamt.de/hst/services/statistik/grafiken.pdf

[127] Vgl. dazu die Ausführungen von Kronauer und Vogel zu den Erfahrungen und der Bewältigung von sozialer Ausgrenzung in der Großstadt (http://www.gwdg.de/sofi/frames/publik/mitt29/kronauer-vogel.htm).

[128] Das auch für die Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ein deutschlandtypischer Durchschnitt an arbeitslosen Menschen angestrebt wird, heißt selbstverständlich nicht, dass gesamtgesellschaftlich nicht die Reduktion der Arbeitslosenzahl anzustreben ist. Um dieses Ziel zu erreichen, bieten möglicherweise gerade die technologischen Innovationen der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ein großes Potenzial, da sie mit ihren zukunftsweisenden Technologien zukunftsfähige und qualifizierte Arbeitsplätze schafft.

Flintenbreite rd. 11%, dann würde die Note 1 vergeben. Eine entsprechende Abweichung nach oben oder unten führt zu einer Abwertung. Auf Grund der mehrfach beschriebenen Anlage des Siedlungsvorhabens mit dem Geschosswohnungsbau und der möglichen Kombination der Miete auf Basis von Wohnberechtigungsscheinen, könnte die Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite bei diesem Indikator ein positives Ergebnis erzielen. Dieses Ziel wird jedoch nur aufrecht zu erhalten sein, wenn das politische und betriebwirtschaftliche Kalkül diese Bestrebungen auch in der konkreten Umsetzung, und nicht nur auf dem Papier, unterstützen. Aber auch bei diesem Indikator muss auf Grund der fehlenden Datenbasis auf eine Benotung verzichtet werden.

1	2	3	4	5	6
Geringfügige Abweichung	Abweichung um 10 %	Abweichung um 20 %	Abweichung um 30 %	Abweichung um 40 %	Abweichung um mehr als 50 %

7.2.14 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf den Anteil der erwerbstätigen Frauen pro 100 erwerbstätige Männer

Als ein weiterer sozialer Indikator wird der Anteil erwerbstätiger Frauen (EF) im Verhältnis zu den erwerbstätigen Männern (EM) betrachtet. Dieser Indikator findet bereits auf den unterschiedlichsten Ebenen seine Anwendung und ist auch gesamtgesellschaftlich wenig umstritten.

Die Anwendbarkeit dieses Indikators auf der Siedlungsebene und dessen Zielrichtung ist ebenfalls einfacher zu erkennen als bei den anderen Indikatoren. Ziel sollte es folglich sein, den Anteil der EF dem der EM anzugleichen. Mehrere Varianten dahingehend sind denkbar. Erstens könnte sich der Anteil der EF auf den Anteil der EM erhöhen. Gesamtgesellschaftlich wäre damit eine Reduzierung der Arbeitslosenquote und ein verbesserter Berufszugang verbunden. Zweitens könnte sich der Anteil EM verringern, was mit einer erhöhten Arbeitslosigkeit einher ginge. Drittens könnte die Definition von Arbeit einen wünschenswerten Wandel erfahren, und die bisher unbezahlte ‚Hausarbeit' der ‚Erwerbsarbeit' gleichgestellt werden.[129] Weil dieser Wandel sich auch in den Statistiken widerspiegeln und zu gänzlich anderen Voraussetzungen führen würde, soll diese Variante im Rahmen dieser Arbeit ausgeklammert werden.

Die Steigerung des Anteils EF innerhalb eines Quartiers ist z. B. durch die Kombination von Arbeiten und Wohnen denkbar, die ein speziell zugeschnittenes Angebot für Frauen beinhaltet. Diesbezüglich positive Beispiele lassen sich z. B. in der Siedlung Vauban in Freiburg finden.[130] Zur Benotung wird folgendes Verfahren vorgeschlagen: Die Note 4 beschreibt den Status Quo des Verhältnisses EF zu EM. In dem betrachteten Beispiel der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite sollte dies die Quote für die Hansestadt Lübeck widerspiegeln. Nach Angaben des Statistischen Landesamtes Schleswig-Holstein beträgt die Anzahl EM 773.000 wohingegen die Anzahl EF nur 581.000 ausweist [131] Diese Landesquote von 1,3 EM zu 1 EF entspricht in etwa auch dem Bundesdurchschnitt. Auf Grund einer fehlenden empirischen Datenbasis wird von einer Benotung zum jetzigen Zeitpunkt abgesehen.

1	2	3	4	5	6
49 - 51 %	47 - 48 %	45 - 46 %	42 - 44 %	39 - 41 %	< 39 %

[129] http://www.politeia-project.de/begriffe/arbeit.html

[130] http://www.vauban.de/

7.2.15 Die Bilanz des Doppelhauses bezogen auf die Partizipation

Als ein wichtiges Instrument zum Erreichen der Ziele einer nachhaltigen Stadtentwicklung werden wiederholt Aktivierungs- und Beteiligungungsprozesse angeführt (Franke 2002). Es fällt jedoch auf, dass die Partizipation häufig nur dazu dienen soll, bereits definierte (politische) Ziele besser umsetzen zu können: „Eine wirkliche Mitentscheidung der Bürger über das Ob und Wie und Wieviel von nachhaltiger Stadtentwicklung – und damit über ihre eigenen Interessen – ist dabei [oft] nicht vorgesehen. Die Bürgerinnen und Bürger werden als Besitzende von Akzeptanz angesehen, die für die Umsetzung benötigt wird, nicht aber als Träger von Innovation und Fachwissen. Letztlich offenbart sich hier ein ökologisch begründetes dirigistisches Denkmodell, das im Prinzip sehr alten Planervorstellungen durchaus vergleichbar ist: „Wir wissen, was dem Bürger frommt; wie bringen wir ihn dazu, dies auch selbst zu erkennen?“(Löhr 1996, 104). Die Beteiligung wird als Benachrichtigung über mehr oder weniger konkrete Planungsabsichten angesehen, ohne dass sich hieraus Folgen oder Einflüsse ergeben könnten (Siebigs 1973, 24).

Dass die Verfahren der Beteiligung häufig zeitintensiv, zermürbend und nicht zielführend sind, ist hinlänglich bekannt (Selle 1996), dennoch stellt die Beteiligung einen Grundpfeiler einer demokratischen, nachhaltigeren Entwicklung dar. Der Planungsalltag spiegelt diese Anforderungen heutzutage jedoch noch nicht wider. Bei der Betrachtung des heutigen Planungsalltags kann auf jeden Fall festgehalten werden, dass gesetzlich vorgeschriebene Informationen und Dialoge das gros der Beteiligungsformen darstellen. Eine aufsuchende und aktivierende Dialogform der ‚zweiten Generation’ (vgl. Tabelle 30) ist bisher nur in außerordentlich engagierten Gemeinden vorzufinden.

Tabelle 30: Formen der Beteiligung (Bischoff et al. 1995, 10)

Information	Dialog (Beteiligung)		Kooperation
	Erste Generation	Zweite Generation	
Information und Anhörung der (Verfahrens-)Beteiligten	• Information der breiten Öffentlichkeit • Erörterungen	• Aufsuchende und aktivierende Beteiligung	Kooperation

Positive Erfahrungen mit Bürgerbegehren und Bürgerentscheiden haben jedoch dazu geführt, dass sie heute weniger als systemgefährdende Instrumente angesehen werden und mittlerweile einen festen Platz in vielen Gemeinde- und Kreisordnungen haben. Auswertungen aus Bayern machen deutlich, dass Bürger im Rahmen dieser Verfahren ein differenziertes Entscheidungsverhalten zeigen.

Aufsuchende Beteiligung und partnerschaftliche Kooperation, in deren Rahmen auch Verantwortung an die Bürger delegiert wird, sind Kennzeichen eines neuen innovativen Planungsverständnisses, auch wenn bislang keine verbindlichen Beteiligungsstandard existieren (Stark 1999, 105).

Ziel sollte es dennoch sein, möglichst frühzeitig ‚echte’ aufsuchende Beteiligungsverfahren zu initiieren, die einen Einfluss auch auf das Planungsvorhaben haben. Neben diesen ‚externen’ Beteiligungsverfahren sollten ‚interne’ Beteiligungsverfahren wie z. B. im Rahmen der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite das Mitspracherecht der Bewohner stärken. Dabei

131 http://www.schleswig-holstein.de/landsh/mjf/frauen/daten/index.htm

sollten sich aber auch diese Prozesse nicht nur auf die Startphase eines Vorhabens beschränken, sondern auch Verantwortlichkeiten in der Betriebsphase vorsehen. Über geeignete Formen der Umsetzung ist fallweise zu entscheiden. Ggf. ist die Unterstützung durch einen professionellen Moderator oder nötigenfalls einen Mediator sinnvoll und sollte in den Projektkosten enthalten sein.

Um dieses Ziel qualitativ abgestuft bewerten zu können, wird eine Unterscheidung in Beteiligungsumfang und -stetigkeit vorgenommen. Eine permanente Chance der Beteiligung, die in der Planungsphase beginnt und sich kontinuierlich in der Betriebsphase fortsetzt, führt somit zu der Note 1. Reduzierter Umfang der Beteiligung und abnehmende Stetigkeit führen zu einer sukzessiven Abwertung bis hin zu der Note 6 für den Fall, dass die Form der Beteiligung nicht gegeben bzw. nur im normalen ‚passiven' Bauleitverfahren gegeben ist/war und auch anschließend nicht ermöglicht wird.

Für die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite bedeutet diese Festlegung die Note 2. Auf Grund einer permanenten Beteiligung in der Betriebsphase, die durch die gewählte Form der Einbindung der Bewohner in die Betreibergesellschaft der Siedlung sichergestellt ist, und die in der Planungsphase angeboten Gestaltungsmöglichkeiten scheint diese Note im Vergleich zu herkömmlichen Bauvorhaben gerechtfertigt.

1	2	3	4	5	6
Permanent und umfassend	Permanent, aber nicht umfassend	Permanent, aber gering	Temporär, aber umfassend	Temporär und gering	Gesetzliches Mindestmaß

7.3 Die Bilanz des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Abwasserkonzeptes

Abgesehen vom Hochbau und der Energieversorgung zur Deckung des Bedarfs an Strom und Wärme stellt die Abwasserentsorgung einen entscheidenden Baustein eines Siedlungskonzeptes dar. Im Gegensatz jedoch zur Energieversorgung wurde diesem Bereich in der Vergangenheit bei weitem nicht die Aufmerksamkeit gezollt, die ihm auf Grund seiner ökonomischen, ökologischen und sozialen Relevanz zugestanden werden sollte, zumal ein intelligentes Abwassersystem, auch zur Energiegewinnung eingesetzt werden kann (wie Kap. 6.6 zeigt).

Vor diesem Hintergrund und der Tatsache, dass (Nachhaltigkeits-)Vergleiche von Energieversorgungssystemen weitaus gebräuchlicher sind (Wolters 2001) als von Abwassersystemen, wird nachfolgend ein solcher Vergleichsansatz für vier verschiedene Abwasserkonzepte durchgeführt, wobei die ökonomische und soziale Betrachtung nur für das in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite verwendete System der Fäkalvergärung vorgenommen wurde. Die durchzuführende Benotung wird ebenfalls nur für dieses System durchgeführt, wobei die Alternativvarianten als Referenzobjekte dienen (vgl. Tabelle 31).

Tabelle 31: Vergleichende Darstellung der vier untersuchten Abwassersysteme für ausgewählte ökologische Parameter bezogen auf einen Einwohnergleichwert und ein Jahr

Klär-system	Sub-prozess	Bezugs-größe	Abiot. Rohma-terial (kg)	Biot. Rohma-terial (kg)	TMR (kg)	Wasser (kg)	Luft (kg)	GWP 100 (kg CO_2-Äqu.)	KEA nicht erneuer-bar (MJ)	KEA erneuer-bar (MJ)	KEA andere (MJ)	KEA Summe (MJ)
Kommunal	Erstellung	EGW*a	2577	0,3	2577	867	8	22,8	1984,3	6,5	40,0	2030,8
	Betrieb	EGW*a	880	k.A.	880	77370	97	41,5	622,4	53,8	0,6	676,8
	Gesamt	**EGW*a**	**3457**	**0,3**	**3457**	**78237**	**106**	**64,4**	**2606,6**	**60,3**	**40,6**	**2707,6**
Kompos-tierung	Erstellung	EGW*a	765	6,8	771	983	18	15,7	432,6	2,9	6,0	441,5
	Betrieb	EGW*a	755	k.A.	755	56606	207	57,4	617,3	53,5	0,5	671,3
	Gesamt	**EGW*a**	**1519**	**6,8**	**1526**	**57588**	**225**	**73,1**	**1049,9**	**56,4**	**6,6**	**1112,9**
Vergärung	Erstellung	EGW*a	1224	0,1	1224	351	20	11,0	485,1	2,9	12,6	500,6
	Betrieb	EGW*a	512	k.A.	512	52526	55	16,6	249,1	21,6	0,2	270,9
	Gesamt	**EGW*a**	**1736**	**0,1**	**1736**	**52877**	**75**	**27,7**	**734,2**	**24,5**	**12,8**	**771,4**
Kleinklär-anlage	Erstellung	EGW*a	450	0,0	450	121	2	4,2	93,6	0,5	0,2	94,3
	Betrieb	EGW*a	550	k.A.	550	71216	55	0,3	4,7	0,4	0,0	5,1
	Gesamt	**EGW*a**	**999**	**0,0**	**999**	**71337**	**57**	**4,5**	**98,2**	**0,9**	**0,2**	**99,4**

k.A.: für diese Positionen sind keine Aufwendungen bekannt

7.3.1 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf den TMR

Die Betrachtung der Tabelle 31 und Abbildung 70 verdeutlicht, dass zumeist der Verbrauch des abiotischen Rohmaterials durch die Erstellung der Anlagen den TMR dominiert. Die einzige Ausnahme stellt die Kleinkläranlage dar, bei der der Betrieb den TMR der Erstellung übersteigt. Für die Fäkalvergärungsvariante der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite übersteigt die Erstellung den Betrieb um den Faktor 2,3 bezogen auf den TMR.

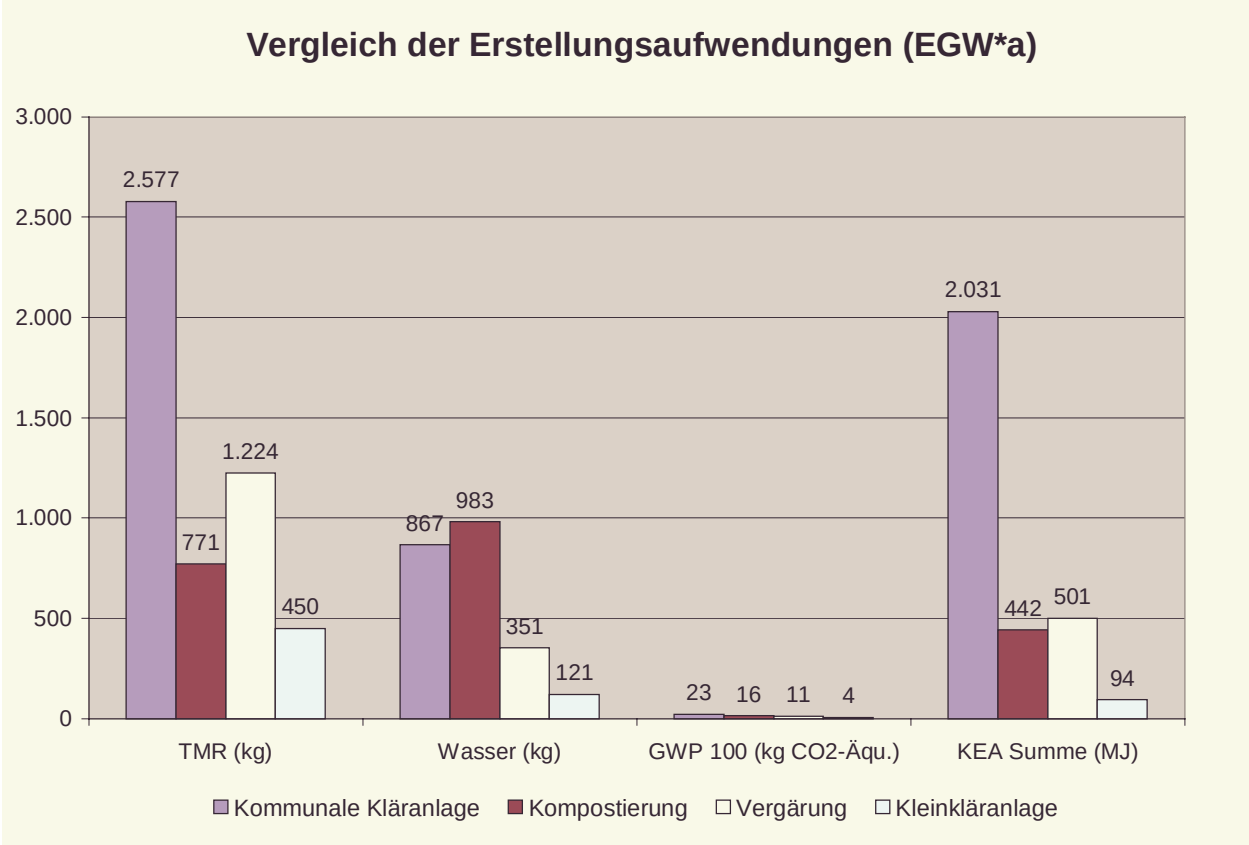


Abbildung 70: Vergleich der Erstellungssaufwendungen der verschiedenen Abwassersysteme für ausgewählte ökologische Indikatoren.

In Abbildung 71 wird deutlich, dass dieser Materialverbrauch durch die drei Positionen Vakuumanlage (40 %), Bodenfilter (rd. 30 %) und Grauwasserbehandlung (ca. 20 %) bestimmt wird. Die Positionen Anaerobreaktor und Regenwasserversickerung spielen in dieser Betrachtung nur eine untergeordnete Rolle und die anteilige Erstellung der Gebäude kann nahezu vernachlässigt werden.

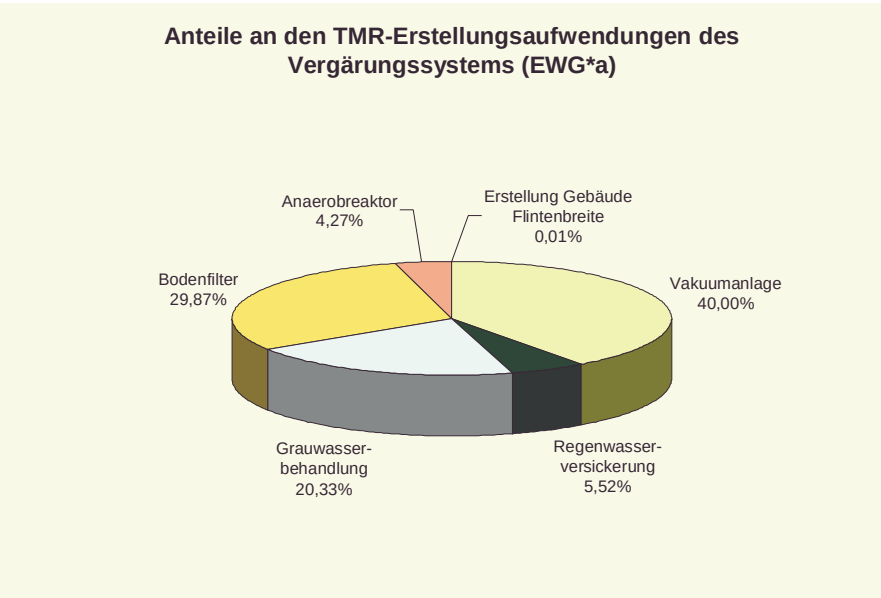


Abbildung 71: Anteile der einzelnen Positionen der Erstellungsaufwendungen am TMR der Fäkalvergärung.

Im Vergleich mit der konventionell verwendeten kommunalen Kläranlage besteht durch die Substitution mit einer Fäkalvergärung eine Ressourceneffizienzsteigerung um den Faktor 2. Um einen weiteren Faktor 2 günstiger schneidet allerdings für diesen Indikator die Kleinkläranlage ab. Die Ergebnisse der Kompostvariante liegen leicht unterhalb der der Fäkalvergärung.

Unter den getroffenen Annahmen erhält die Fäkalvergärung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite für den Indikator TMR die Note 3. Die Kleinkläranlage schneidet mit der Note 2 besser ab. Die Note 1 verdient sich ein System, das den Faktor 10 bezogen auf die konventionelle Technologie erreicht und damit unter 400 kg pro Einwohner und Jahr bleibt.

1	2	3	4	5	6
≤ 400 kg	401 – 1.000 kg	1.001 – 2.000 kg	2.001 - 3500 kg	3.501 – 4.999 kg	≥ 5.000 kg

7.3.2 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf den KEA

Für den ökologischen Parameter KEA zeigt sich ein ähnliches Bild. Auch hier liegt die kommunale Kläranlage am Ende des Feldes. Mit einer Summe von über 2.700 MJ pro Einwohner und Jahr ist sie um den Faktor 3,5 energieverzehrender als die Fäkalvergärung. Auch bei diesem Vergleich belegt die Kleinkläranlage den ersten Platz. Sie ist um den Faktor 27 besser als die kommunale Kläranlage. mit Ausnahme der Kompostvariante dominiert wiederum die Erstellung den Betrieb.

Bei einer Betrachtung der Einzelpositionen zeigt sich ein vergleichbares Bild der Treibergrößen. Die Vakuumanlage bestimmt mit nahezu 43 % das Erscheinungsbild. Bei der KEA-Betrachtung entfällt jedoch auf die Grauwasserbehandlung ein größerer Anteil als auf den Bodenfilter und ergibt damit eine umgekehrte Reihenfolge zum TMR.

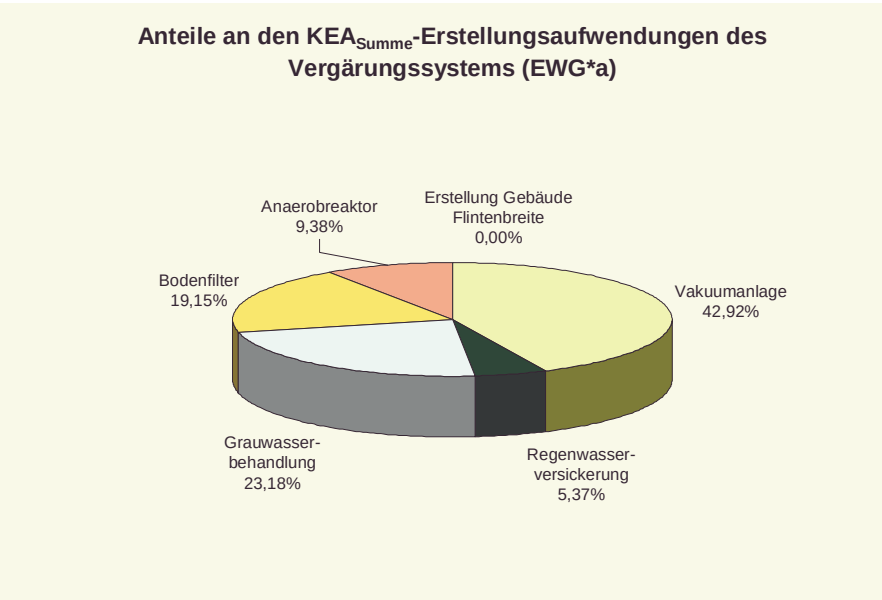


Abbildung 72: Anteile der einzelnen Positionen der Erstellungsaufwendungen am KEA der Fäkalvergärung.

Für diesen Indikator fällt die Benotung auf Grund der doch deutlichen Vorteile der Alternativkonzepte im Vergleich zum kommunalen Klärsystem recht leicht. Die Kleinkläranlage überzeugt auch hier deutlich und erhält die Note 1. Die Fäkalvergärungsvariante der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite bekommt die Note 2. Da die Kompostvariante einen um 50 % höheren Energieeinsatz bedingt als die Fäkalvergärung erhält sie die Note 3. Abgeschlagen ist das kommunale Klärsystem, das auf Grund der Status Quo-Definition in der COMPASS-Methodik mit der Note 4 abschneidet.

1	2	3	4	5	6
≤ 200 MJ	201 - 999 MJ	1.000 – 1.999 MJ	2.000 – 3.000 MJ	3.000 – 3.999 MJ	≥ 4.000 MJ

7.3.3 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf das GWP 100

Bei dem Indikator GWP 100 wird die vergleichende Betrachtung auch von der Kläranlage und der Fäkalvergärung angeführt. Dieser Indikator weist allerdings für die Kompostvariante die höchsten Werte auf. Im Vergleich mit dem kommunalen Klärsystem schneidet die Fäkalvariante um den Faktor 2,3 günstiger ab, die Kleinkläranlage sogar um den Faktor 14.

Die Betrachtung der Einzelpositionen weist bei diesem Indikator den Anaerobreaktor als den dominierenden Posten mit 43 % aus. Die Vakuumanlage besitzt hier nur einen Anteil von rd. 31 %, gefolgt von der Grauwasserbehandlung mit ca. 22 %.

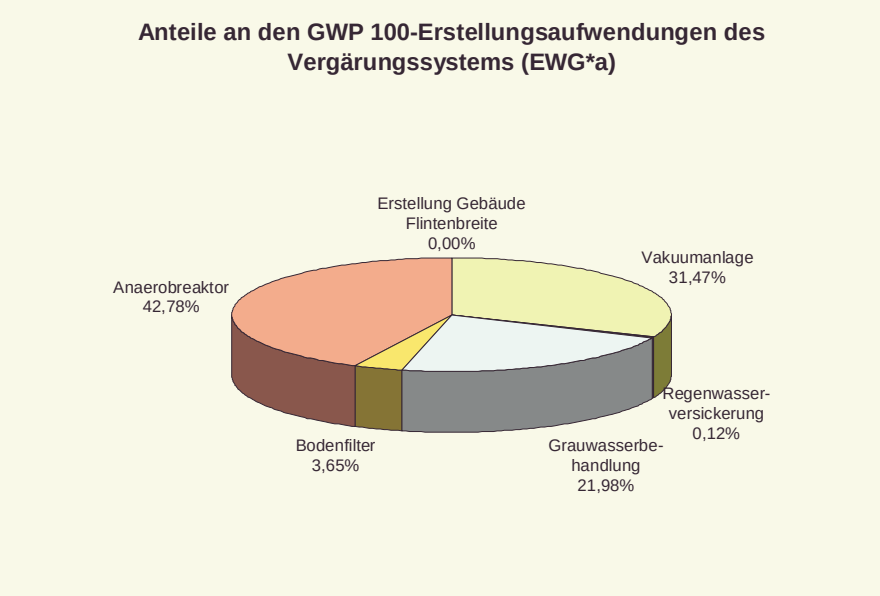


Abbildung 73: Anteile der einzelnen Positionen der Erstellungsaufwendungen am GWP 100 der Fäkalvergärung.

Die Benotung der Fäkalvergärung fällt auch bei dem Indikator GWP 100 mit der Note 2 sehr positiv aus. Die Kleinkläranlage stellt auch hier das Maß der Dinge mit der Note 1 dar. Die Kompostvariante erhält hier die Note 5.

1	2	3	4	5	6
≤ 10 kg CO_2-Äqu.	11 – 29 kg CO_2-Äqu.	30 – 49 kg CO_2-Äqu.	50 – 69 kg CO_2-Äqu.	70 – 89 kg CO_2-Äqu.	≥ 90 kg CO_2-Äqu.

7.3.4 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf die Flächennutzung

Die Flächennutzung soll an dieser Stelle nicht erneut diskutiert werden, denn die Pflanzenkläranlagen haben bereits als Bestandteil der Siedlungsflächennote in Kap. 7.2.4 Berücksichtigung gefunden. Darüber hinausgehende Aussagen können gegenwärtig nicht getroffen werden, da für die kommunalen Variante keine Vergleichswerte bezogen auf die Flächennutzung vorliegen. Diese Betrachtung wäre sicherlich im Rahmen einer weiterführenden Bearbeitung des Themas interessant und wünschenswert. Zudem könnte damit auch die Praxistauglichkeit des entwickelten Flächenindex an einem anderen Beispiel überprüft werden.

7.3.5 Die Bilanz des Abwassersystems bezogen auf den Wasserverbrauch

In der Bilanz des Wasserverbrauchs kann die Fäkalvariante der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ihre Stärke auf Grund des wassersparenden Vakuumsystems voll ausspielen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Indikatoren ist es hier auch wieder die Betriebsphase, die die Erstellungsphase, in diesem Fall deutlich, dominiert (vgl. Abbildung 74).

Zu den ausgewiesenen Wassermassen müssen noch rd. 72.000 kg Regenwasser pro Einwohner und Jahr hinzugerechnet werden, die anfallen und abgeleitet werden. Da diese Größe aber für alle Varianten identisch ist und zu keiner Erkenntnis innerhalb des vorgenommenen Vergleichs führt, wird diese Position nicht weiter berücksichtigt.

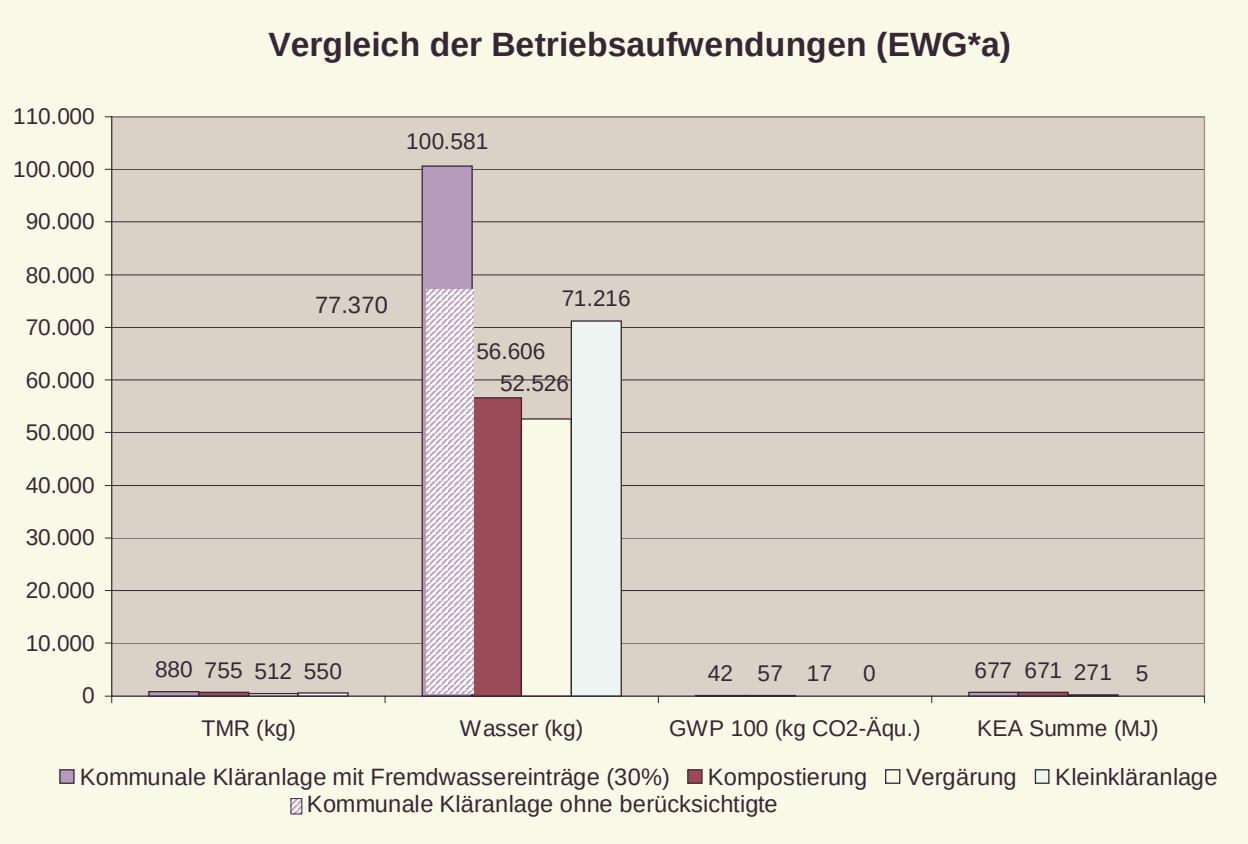


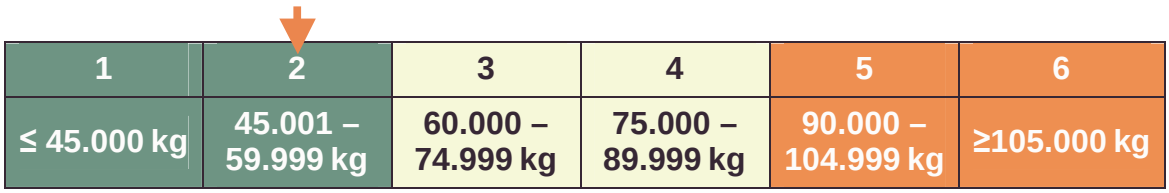
Abbildung 74: Vergleich der Betriebsaufwendungen der verschiedenen Abwassersysteme für ausgewählte ökologische Indikatoren.

Der Wasserverbrauch ist in den Sanitärsystemen mit Fäkalienvergärung- und -kompostierung auf Grund der Ersetzung der herkömmlichen Spültoilette durch wassersparende Techniken am geringsten. Die kommunale Kläranlage liegt ca. 33 % und die Kleinkläranlage rd. 26 % über der Fäkalvergärung. Bei diesen Wassermengen spielt das Wasser des ökologischen Rucksacks der vorgelagerten Prozessketten mit unter 0,01 % keine Rolle. In den meisten Publikationen werden die Fremdwassereinträge aus diffusen Quellen in das Mischsystem, wie z. B. aus Drainagen der Landwirtschaft, Leckagen, Rückstauwasser etc., nicht mit ausgewiesen, obwohl sie auch bei guten Systemen über 30% ausmachen. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, weist die Abbildung 74 beide Varianten aus.[132]

Die Benotung für diesen Indikator fällt für die Fäkalvergärung der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite mit der Note 2 bedeutend besser aus als für die kommunale Kläranlage, obwohl sie immer noch um die 52.500 kg Wasser pro Einwohner und Jahr verbraucht. Die Begründung ist darin zu sehen, dass die beeinflussbaren Parameter zum Schutz der Ressource Wasser innerhalb des Abwassersystems zu einem großen %satz umgesetzt wurden. Die weiteren Einsparpotentiale

[132] Dies bedeutet aber auch, dass dadurch die Anforderungen an Kleinkläranlagen als ‚höher' einzustufen sind, da sie nicht diesen Verdünnungsvorteil haben.

sind durch ein verändertes Nutzerverhalten zu initiieren, die dann zu einer weiter verbesserten Statistik beitragen würden. Gleichwohl gilt dies auch für die anderen Abwassersysteme.



1	2	3	4	5	6
≤ 45.000 kg	45.001 – 59.999 kg	60.000 – 74.999 kg	75.000 – 89.999 kg	90.000 – 104.999 kg	≥105.000 kg

7.3.6 Ansätze einer ökonomischen Bewertung

Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels gesagt, wird auf eine umfassende ökonomische Betrachtung an dieser Stelle verzichtet, da sie z. T. schon in die Ausführungen auf der Siedlungsebene der Kap. 7.2.6 bis 7.2.10 integriert ist bzw. die Arbeit von Reckerzügl bereits eine erste Kostenabschätzung der Abwassersysteme durchgeführt hat (Reckerzügl 1997). Auf Grund des verzögerten Bauprozesses konnte diese nicht empirisch überprüft bzw. ergänzt werden und somit zu keinem Erkenntniszugewinn führen. Dennoch soll in Kürze auf Basis der Vorüberlegungen der Planer sowie der Arbeit von Reckerzügl der Stand des Wissens bezogen auf die Abwasserkosten der Siedlung dargestellt werden.

7.3.6.1 Entstehende Kosten im Vergleich

Die von den Bewohnern der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite zu tragenden Kosten für den Bereich Wasser/Abwasser setzen sich aus den Verbrauchs- und den Betriebskosten zusammen. Die Verbrauchskosten für Wasser und Abwasser, die an einen externen Ver- und Entsorger zu entrichten sind, setzen sich zusammen aus:

- den Trinkwassergebühren (2,52 DM/m^3 für Lübeck),
- der Abwasser-Anschlussgebühr, die gleichmäßig auf alle Bewohner umgelegt wird, (2.197,50 DM/Monat für Q_{nenn} = 150 m^3/h für Lübeck), und
- der Abwassergebühr (3,75 DM/m^3 für Lübeck).

In den Betriebskosten des integrierten Abwasserkonzeptes sind Muldenpflege, Betreuung der technischen Einrichtungen als Personalkosten sowie die dazugehörenden Materialkosten, der für den Betrieb der Anlagen notwendige Energieeinsatz und Gebühren für die Entsorgung durch beauftragte Unternehmen enthalten. Die Gesamtsumme der Betriebskosten inklusive Umsatzsteuer beträgt jährlich ca. 98.000 DM für die gesamte Siedlung.

In den Verbrauchskosten für das konventionelle Abwasserkonzept sind die Betriebskosten enthalten. Die in der Tabelle 32 genannten Betriebskosten von 2.054 DM enthalten Materialkosten, die durch den Abwasserpreis von 3,75 DM nicht abgedeckt werden.

Tabelle 32: Betriebskostenaufstellung für das integrierte Konzept sowie das konventionelle System und eine Prognose für eine Preisentwicklung des Abwassers auf 5,00 DM/m^3

		Integriertes Abwasser-konzept	Konventionelle Abwasser-entsorgung jetzt	Konventionelle Abwasser-entsorgung später
Betriebskosten				
Grauwasseranfall	[l/(E*d)]	70	0	0
Schmutzwasseranfall	[l/(E*d)]	6	130	130
spez. Trinkwasserverbrauch	[l/(E*d)]	76	130	130
ges. Trinkwasserverbrauch	[m^3/a]	10.208	17.462	17.462
Trinkwasserpreis	[DM/m^3]	2,52	2,52	2,52
Abwasserpreis	[DM/m^3]	0,00	3,75	5,00
Kosten Trinkwasser	[DM/a]	25.725	44.003	44.003
Abwassergrundgebühr	[DM/a]	0	26.370	26.370
Abwassergebühr	[DM/a]	0	65.481	87.308
Betriebskosten	[DM/a]	98.030	2.054	2.054
Wasser/Abwasser gesamt	**[DM/a]**	**123.754**	**137.908**	**159.735**
Müllabfuhr	**[DM/a]**	**23.657**	**23.657**	**23.657**
Betriebskosten gesamt	**[DM/a]**	**147.411**	**161.565**	**183.392**
Umlage auf WE	***[DM/(WE*a)]***	***1.160,72***	***1.272,16***	***1.444,03***

Im Vergleich der konventionellen mit dem integrierten Konzept stellt sich heraus, dass der Betriebskostenaufwand für das integrierte Konzept geringer ist. Pro Jahr werden schätzungsweise 14.000 DM (ca. 8 %) bezogen auf das gesamte Baugebiet eingespart.

Basierend auf einer vereinfachten Annuitätenrechnung, mit der Investitions- und Betriebskosten in jährliche Kapitalkosten umgewandelt werden können, kommt (Reckerzügl 1997) in seiner Arbeit zu ähnlichen Ergebnissen. Für seine Berechnung traf er folgende Annahmen:

- Ein Kapitalzinssatz von 3 % und ökonomische Abschreibungszeiträume zur Berechnung der Jahreskosten der Anlagensysteme.
- Falls keine Betriebskosten verfügbar sind, wird der Wartungs- und Betriebmittelbedarf mit 0 bis 2 % des Investitionsvolumens abgeschätzt.
- Der Trinkwasserpreis wird bei allen Anlagen mit 2,52 DM/m^3 angesetzt.
- Die Abfallgebühren betragen je Wohneinheit und Jahr 231,60 DM.
- Bei integrierter Biomüllverwertung werden die Abfallgebühren um 33 % reduziert.
- Personalkosten werden mit 40 DM pro Stunde und Arbeiten, die in Eigenleistung der Bewohner zu erbringen sind, mit 10 DM pro Stunde veranschlagt.

Mit diesen Annahmen erhält er die in Tabelle 33 dargestellten Ergebnisse. Es zeigt sich, dass die alternativen Systeme ein ähnliches Preisniveau aufweisen wie die Minimalabschätzung der kommunalen Anlage. Diese Ergebnisse führen zu der Schlussfolgerung, dass unterhalb einer Gemeindegrößenklasse von 20.000 Einwohnern bzw. ab einer Kanalisationslänge von 6 m pro Einwohner die untersuchten alternativen Verfahren deutliche Vorteile gegenüber dem kommunalen System aufweisen (Reckerzügl und Bringezu 1998).

Tabelle 33: Vergleich der jährlichen Kapitalkosten der verschiedenen Abwassersysteme nach Reckerzügl (1997)

	Kommunales Klärsystem (20.000 EW)	Kompostierung (374 EW)	Vergärung (374 EW)	Kleinkläranlage (8 EW)
Ges. Jahreskosten (DM/a)	10.166.239 – 12.654.907	197.723	231.577	5.422
Ges. Jahreskosten pro Person (DM/E a)*	678 - 844	529	619	678

* Varianz durch unterschiedlich veranschlagte Kosten der Kanalisation

Ob diese Konzepte aber auch von den Bewohner in der Praxis angenommen werden, soll die nachfolgende Bewohnerbefragung zum Abwassersystem der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite klären helfen.

7.3.7 Die Personenbefragung zum Siedlungsabwasserkonzept

Die durchgeführte schriftliche Personenbefragung verfolgt das Ziel, einen Überblick zur Akzeptanz der Nutzer des Abwasserkonzeptes der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite zu erhalten. Wie bereits in Kapitel 6.6 dargestellt, wird dieses Konzept weltweit erstmalig innerhalb einer Wohnsiedlung eingesetzt, so dass Erfahrungsberichte nicht vorliegen. Die Nutzung von Pflanzenkläranlagen, z. B. in Kombination mit Komposttoiletten, ist bereits Gegenstand von Befragungen dieser Art gewesen,[133] in Kombination mit Vakuumtoiletten betritt die hier vorgestellte Befragung jedoch Neuland.[134] Der Fragebogen besteht aus drei Teilen zu den Themenkomplexen Pflanzenkläranlagen, Vakuumtoiletten und allgemeineren Fragen zur Hygiene, zum Wasser bzw. Abwasser sowie einem Teil zur Person des Befragten.

Im Rahmen der Umfrage wurde in jedem der insgesamt 21 Haushalte (mit insg. 68 Menschen) eine Person angefragt. Der Fragebogen, (bestehend aus geschlossenen und offenen Fragen wie dem Anhang zu entnehmen ist), wurde von dem Büro OtterWasser Anfang Juni persönlich an die Haushalte mit der Bitte verteilt, ihn innerhalb den nächsten 14 Tagen auszufüllen und an das Büro zurückzusenden. Wenn niemand angetroffen wurde, wurde der Fragebogen mit einer kurzen Notiz in die Briefkästen der entsprechenden Haushalte eingeworfen. So hatte jeder bis Juni 2001 in der Siedlung eingerichtete Haushalt die Möglichkeit zur Beteiligung an der Befragung. Die Wahl des Beantwortenden wurde den Haushalten überlassen. Mit der Ausgabe nur eines Fragebogens pro Haushalt sollte erreicht werden, dass die Haushalte nicht über Gebühr beansprucht werden, damit sie auch weiterhin regelmäßig an den Informationsveranstaltungen teilnehmen. Von der Übersendung eines ‚Erinnerungsschreibens' an die Haushalte wurde aus dem o. g. Grund ebenfalls abgesehen.

Bis Anfang Juli 2001 gab es einen Rücklauf von 9 Fragebögen der insgesamt 21 Haushalte. Die Antworten dieser Fragebögen wurden in einer Kreuztabelle erfasst (vgl. Anhang) und ausgewertet. Bei der Datenaufbereitung zeigte sich, dass alle Bögen vollständig ausgefüllt waren

[133] Die Konzeption des Fragebogens basiert auf einer Vorlage von Gudrun Beneke und Prof. Dr. Hille von Seggern vom Institut für Freiraumentwicklung und planungsbezogene Soziologie der Universität Hannover, die eine interviewgestützte Umfrage zum abwasserbezogenen Hygieneverständnis in der Bevölkerung anhand der Bezugsprojekte Bielefeld Waldquelle, Hamburg Allermöhe und Kiel Hassee durchgeführt haben (Beneke et al. 2001)

[134] Darüber hinausgehende Fragen zum Trinkwasser, zum Duschverhalten etc. sind für die Planer interessant, sollen jedoch im Kontext der vorliegenden Arbeit unberücksichtigt bleiben.

und weder Widersprüche noch Inkonsistenzen aufwiesen.[135] Die Fragebögen wurden von fünf Frauen und drei Männern ausgefüllt. In einem Fall wurden er gemeinsam von Frau und Mann beantwortet. Die Größe der befragten Haushalte variierte von zwei bis fünf Personen und ergab ein arithmetisches Mittel von 3,4 Personen pro Haushalt.

7.3.7.1 Die Akzeptanz der Pflanzenkläranlage

Bei der durchgeführten Befragung stellte sich heraus, dass sich alle Befragten schon einmal mit der Pflanzenkläranlage (PKA) beschäftigt haben, die Mehrzahl jedoch nicht weitergehender. Drei Befragte gaben an, sich durch Besichtigungen während der Herstellung, Gespräche mit den Planern sowie anhand von Informationsmaterialien über die allgemeinen Erläuterungen hinaus ausführlicher mit der PKA beschäftigt zu haben. Acht von neun Befragten haben sich zu der siedlungseigenen Art der Abwasserbeseitigung geäußert. Diese acht Befragten sind sich in ihrer Meinung einig, dass diese Art der Abwasserbeseitigung ökologisch (sehr) sinnvoll ist. Zwei dieser acht bezeichnen es sogar als „zukunftweisend". Die vorgenommenen Äußerungen sind jedoch häufig mit der Einschränkung verbunden, „wenn das Konzept störungsfrei funktioniert". Dieser Art der Abwasserbeseitigung wird auch zugute gehalten, dass sie den Zusammenhang zwischen Wasserverbrauch und notwendiger Reinigung für die Bewohner „greifbar" macht und so als positives Demonstrationsobjekt zur Kindererziehung dienen kann. Ein Befragter nannte zudem ökonomische Vorteile.

Somit überrascht die Beurteilung nicht, dass alle Befragten die PKA gut finden. Für acht von neun von ihnen lässt sich die PKA auch mit den Vorstellungen eines attraktiven Wohnumfeldes vereinbaren. Nur ein Befragter war diesbezüglich unentschieden. Mehr als die Hälfte schätzt die PKA in Bezug auf Krankheitserreger, als ‚unbedenklich' ein. Vier sind sich diesbezüglich nicht sicher. Bis auf eine Ausnahme sind sich die Befragten einig, dass sie im Falle eines Umzuges wieder in ein Haus ziehen würden, welches in unmittelbarer Nähe an eine PKA angeschlossen ist. Als ihren persönlichen Vorteil benennen nahezu alle Befragten an erster Stelle „damit einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten". Einige führen daneben auch die mit dem Konzept verbundene Kostenersparnis an. Darüber hinaus werden noch „die Schaffung von Lebensräumen für bestimmte Tierarten", die „Unabhängigkeit von den öffentlichen Entsorgungsbetrieben" sowie die „Greifbarkeit" genannt. Ein Befragter sieht diese Vorteile für sich jedoch nur in dem Fall, dass „die Wartung und Reparatur nicht in [seiner] Obhut liegt".

Alles in allem scheint die Mehrzahl der Befragten Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserreinigung zu akzeptieren. Die Befragten beurteilen die PKA in ihrem Wohnumfeld nahezu einheitlich positiv. Dennoch wird auch eine gewisse Unsicherheit hinsichtlich möglicher Krankheitserreger und den Umgang im Falle ihres Auftretens erkennbar.

Zu ähnlichen Ergebnissen führten auch ähnlich strukturierte Akzeptanzbefragungen. „Die Umfrageergebnisse zeigen, dass eine Grauwasserreinigung über Pflanzenkläranlagen – trotz der räumlichen Integration in das unmittelbare Wohnumfeld – mit gängigen Reinlichkeitsstandards gut vereinbar ist (Beneke et al. 2001, 110). In hin und wieder fallengelassenen Nebenbemerkungen wie „ist auch was für's Auge" wird dieser Technik auch ein Gestaltungswert zugestanden. Nahezu durchgängig lassen sich die Pflanzenkläranlagen mit den Vorstellungen von einem attraktiven Wohnumfeld vereinbaren."

7.3.7.2 Die Akzeptanz der Vakuumtoilette und der Sanitärtechnik

Alle Befragten haben bereits abseits der Siedlung, sei es im Flugzeug oder im Zug, Vakuumtoiletten benutzt. Mehr als die Hälfte der Befragten haben sich nicht eingehender mit der

[135] Die Auswertung des Fragebogens orientiert sich an den Empfehlungen von (Schnell et al. 1988).

Vakuumtoilette befasst. Die Befragten, die sich eingehender mit der Vakuumtechnik auseinandergesetzt haben, taten dies mittels der ausgehändigten Informationsmaterialien und Erläuterungen der Planer.

Die Technik der Urin- und Fäkalienbeseitigung wird von den meisten Befragten hinsichtlich des Wasserspareffektes und der Ausnutzung der Gasentwicklung aus der Fäkalienvergärung zur Energieversorgung positiv gesehen. Des Weiteren wurden die daraus resultierende Kostenersparnis, die Vermeidung von Urinstein sowie der nicht vorhandene Anschlusszwang an das öffentliche System ebenfalls als positive Aspekte angeführt. Neben diesen positiven Eigenschaften benannte die Mehrzahl der Befragten die Lautstärke des Systems als markantes negatives Merkmal. Die Aussagen dahingehend variierten von „etwas laut“ bis „den Kindern macht die Lautstärke des Spülens Angst“. Von einem Befragten wurde die Kombination des Systems mit den Porenbetonwänden als kritisch bezeichnet. Fünf Befragten scheint die (aufwändige) Technik nicht ganz ausgereift bzw. gerade in der Anfangsphase als (etwas/sehr) störanfällig zu sein, wobei als ein Beispiel die Spülventile angeführt wurden. In diesem Kontext wurden auch eine „unbekannte Anfälligkeit und der Investitionsbedarf“ der Anlage angesprochen sowie die nicht vorhandene Möglichkeit, eigenständig Reparaturen durchzuführen. Kritisch wurde auch von einem Befragten der Energiebedarf zur Vakuumerzeugung angeführt.

Hinsichtlich des Geruchs liegen zwei unterschiedliche Aussagen vor. Ein Befragter attestiert dem System „das die Fäkalien besser beim Spülgang verschwinden, was sich günstig auf die Geruchsbildung und die Hygiene auswirkt“. Im Gegensatz dazu bemängelte ein anderer Befragter die „Geruchsbelästigung“ des Systems. Ebenfalls angeführt wurde von je einem Befragten, dass das System „oft zu lange spült/saugt“ und das „Wischwasser so nicht entsorgt werden kann“.

Ein sehr einheitliches Bild ergibt sich hinsichtlich der hygienischen Beurteilung der Vakuumtoiletten. Acht von neun Antwortenden haben diesbezüglich keine Bedenken, sondern sehen die Vakuumtoiletten gegenüber der konventionellen Toilette ggf. sogar als überlegen an, „da es ein in sich geschlossenes System“ ist und das Becken sogar „am besten zu reinigen“ ist. Bei einer Eingrenzung auf den Aspekt der optischen Reinheit, finden sieben Befragte, dass die Vakuumtoiletten neben einer Wasserspültoilette bestehen kann. Zwei sind diesbezüglich anderer Meinung. Für einen der beiden Befragten ist die Vakuumtoilette der Wasserspültoilette sogar überlegen, da bei der Wasserspültoilette die Unterseite des Spülrands bei der Reinigung nicht kontrolliert werden kann. Nur ein Befragter sieht die Vakuumtoilette als unterlegen an, da das wenige Spülwasser „nicht immer zum Reinigen des Beckens ausreicht und die WC-Bürste nur schwieriger gereinigt und Kindern kaum alleine überlassen werden kann“.

Nach Aussagen der Befragten sind die Reaktionen der Gäste der Siedlungsbewohner bei der Benutzung der Vakuumtoilette sehr unterschiedlich und reichen von skeptisch über spannend bis hin zu beeindruckt und überzeugt. Die (teilweise nur) anfängliche Skepsis mündet (nach einer Erklärung) in positivem Interesse. Einige Gäste sind bei der Erstnutzung auf Grund des Geräusches erschreckt, andere sind auf Grund der hohen Reinigungsleistung begeistert.

Die Vakuumtoilette lässt sich auch von allen Befragten mit dem Bild eines vollwertigen Hauses in Einklang bringen. In einer zusammenfassenden Beurteilung finden sechs von neun Befragten die Vakuumtoiletten gut, wohingegen drei geteilter Meinung sind. Im Fall eines Umzuges könnten sich sieben vorstellen, wieder in ein Haus mit Vakuumtechnik zu ziehen. Zwei Befragte wissen es gegenwärtig nicht.

Insgesamt ergibt dieser Teil der Befragung zu den Vakuumtoiletten ein nicht ganz so einheitliches Bild wie der erste Teil zu den Pflanzenkläranlagen. Auch dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten von (Beneke et al. 2001, 112). Gerade die häufig angeführte Lautstärke und die (anfängliche) Anfälligkeit des Systems scheinen momentan zu einer teilweisen

Akzeptanzminderungen bei den Befragten zu führen. Hingegen sind alle von dem ökologischen Wert der Wassereinsparung und der Fäkalienvergärung zur Biogasgewinnung überzeugt und stützen den Ansatz des Vakuumsystems. Auch wenn voraussichtlich die Störanfälligkeit des Systems im späteren Normalbetrieb deutlich verringert sein sollte, wird die Geräuschkulisse bei der Spülung bestehen bleiben. Gerade in diesem Punkt scheinen aber auch die Wahrnehmungen und Empfindungen der Bewohner deutlich zu differieren. Wird der kurze Spülstoß von einem Befragten als „zu laut“ empfunden, lobt ihn ein anderer Befragter, weil das „lange Wassernachlaufen“ entfällt.

Korrelationen zwischen einzelnen Aspekten, z. B. hinsichtlich des Geschlechts und der weitergehenden Beschäftigung mit dem System, konnten aufgrund der geringen Anzahl von Fragebögen nicht abgeleitet werden.

7.3.7.3 Sonstige Punkte

In einer abschließenden offenen Frage zu Ergänzungswünschen, Vorschlägen und Anmerkungen hinsichtlich des Fragebogens fragte ein Haushalt, warum nur ein Fragebogen pro Haushalt ausgehändigt wurde. Diese Frage ist in Abschnitt 7.3.7 bereits beantwortet worden. Darüber hinaus wurde die Frage nach den nächsten Infogesprächen zur detaillierten Funktion des Systems gestellt und angemerkt, dass „Informationen über Hygiene und die Behandlung von Krankheitserregern“ fehlen. Beneke et al gelangen in ihrer Befragung zu dem Ergebnis, dass sich Normenkonflikte in reinlichkeitsästhetischer Hinsicht erheblich entschärfen lassen, „wenn das Problem im sozialen Umfeld offen erörtert und im Abgleich mit praktischen Möglichkeiten neue Standards entwickelt werden. [...] In den Ergebnissen zeigt sich, dass es notwendig ist, neue Benutzungsregeln zu entwickeln und diese auch innerhalb des jeweiligen Pilotprojektes zu kommunizieren und an die Besucher heranzutragen“ (Beneke et al. 2001, 112).

Des Weiteren wurde von einem Bewohner der Flintenbreite mitgeteilt, dass eine gemeinsame Regenwasserzisterne zur Gartenbewässerung schön wäre.

7.4 Ergebnisdarstellung des Nachhaltigkeitschecks der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite

Die Ergebnisdarstellung des Nachhaltigkeitschecks der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite fällt leider aus den beschriebenen Gründen einer unzureichenden empirischen Datengrundlage weniger aussagekräftig aus als zu Beginn der Arbeit erhofft. Dennoch lassen sich eine Reihe von Schlüssen aus den erzielten Ergebnissen ziehen, die nachfolgend dargelegt und diskutiert werden. Als Hilfsmittel zur Veranschaulichung der Ergebnisse dienen $COMPASS_{radar}$ sowie eine tabellarische Ergebnisübersicht.

Auf Grund der zum Teil nicht vorhandenen Datenbasis ließen sich einige der ausgewählten Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbeurteilung des Hochbaus nicht in der Praxis anwenden. Dementsprechend unvollständig erscheint der $COMPASS_{radar}$ für das Doppelhaus bzw. das gesamte Siedlungsvorhaben[136] (Abbildung 75). Der ‚Nachhaltigkeitsfingerabdruck’ erscheint verzerrt und bietet in diesem Fall nicht die sonst sehr aufschlussreiche, da alle Dimensionen berücksichtigende, Darstellung. So lässt sich z. B. in der Darstellung kein Wert für den Indikator Wasser ablesen, der aber ermittelt werden konnte, da er genau auf der Diagrammachse verläuft.

[136] Bezogen auf die sozialen Indikatoren.

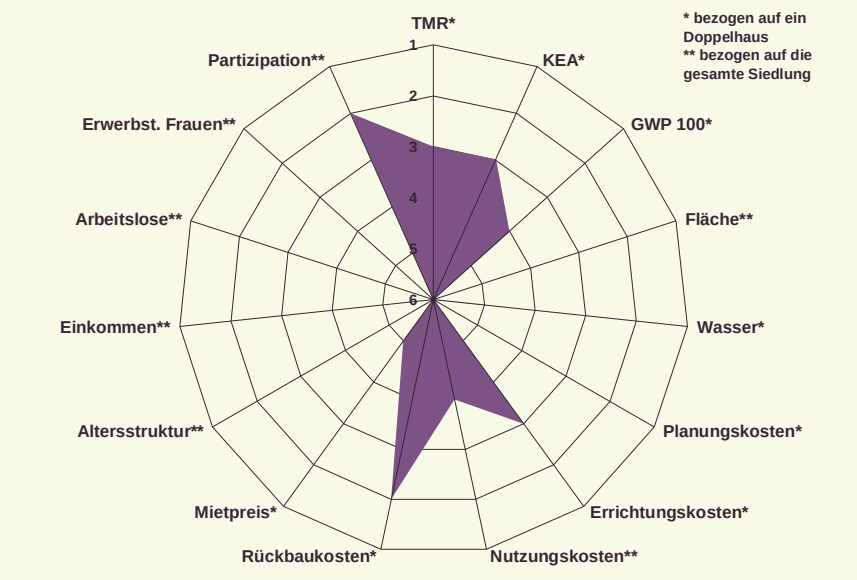


Abbildung 75: Der $COMPASS_{radar}$ für das Siedlungsvorhaben für alle ausgewählten Indikatoren.

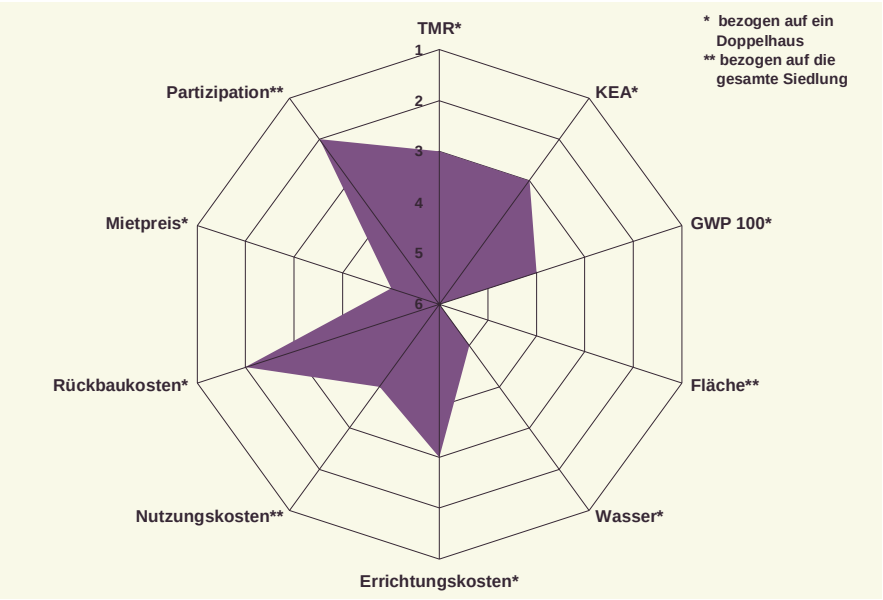


Abbildung 76: Der $COMPASS_{radar}$ für das Siedlungsvorhaben für alle bewerteten Indikatoren.

Die obenstehende Abbildung reduziert die Ergebnisdarstellung nur auf die bewerteten Indikatoren und bietet so ein aussagekräftigere Interpretationsbasis. Ergänzend wird in Tabelle 34 ein Ergebnisüberblick gegeben.

Tabelle 34: Übersicht des Nachhaltigkeitschecks des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Hochbaus

Note	1	2	3	4	5	6
Ökologie						
TMR*	≤ 10	10 – 25	26 – 45	46 - 85	86 - 145	≥ 146
Einheit (kg • m^{-2} • a^{-1})						
KEA*	≤ 4.000	4.001 - 8.000	8.001 - 14.000	14.001 - 19.000	19.001 - 24.000	≥ 24.001
Einheit (MJ • m^{-2})						
GWP 100*	≤ 2	3 – 5	6 – 8	9 – 11	12 – 14	≥ 15
Einheit (CO_2-Äquiv. • m^{-2} • a^{-1})						
Fläche**	≥ 2.000	800 - 1.999	250 - 799	100 - 249	99 - 45	< 45
Einheit (Gewichtete m^2 Fläche • gewichtete m^{-2} Gesamtfläche • 100)						
Wasser*	≤ 15	16 – 49	50 – 89	90 – 119	120 – 149	≥150
Einheit (kg • m^{-2} • a^{-1})						
Ökonomie						
Planungskosten*	< 5	5 - 8	9 - 12	13 - 16	17 - 20	> 21
Einheit (%)						
Errichtungskosten*	≤ 1.399	1.400 – 1.699	1.700 – 1.949	1.950 – 2.199	2.200 – 2.399	≥ 2.399
Einheit (DM)						
Nutzungskosten inkl. Instandhaltung**	< 1,99	2,00 – 2,99	3,00 – 4,49	4,50 – 5,99	6,00 – 7,10	> 7,10
Einheit (€)						
Rückbaukosten*	0 bzw. Gewinn	1 – 4	5 – 8	9 – 11	12 – 14	> 15
Einheit (%)						
Mietpreisspiegel*	Unterer Bereich des Mietpreis-spiegels und geringe Nebenkosten	Unterer Bereich des Mietpreis-spiegels und hohe Nebenkosten	Mittlerer Bereich des Mietpreis-spiegels und geringe Nebenkosten	Mittlerer Bereich des Mietpreis-spiegels und hohe Nebenkosten	Oberer Bereich des Mietpreis-spiegels und geringe Nebenkosten	Oberer Bereich des Mietpreis-spiegels und hohe Nebenkosten
Einheit (DM • m^{-2})						
Soziales						
Altersstruktur**	± 10	± 20	± 30	± 40	± 50	± 60
Einheit (%)						
Einkommensstruktur**	?	?	?	?	?	?
Einheit (?)						
Arbeitslosenrate**	Geringfügige Abweichung	Abweichung um 10 %	Abweichung um 20 %	Abweichung um 30 %	Abweichung um 40 %	Abweichung um mehr als 50 %
Einheit (%)						
Erwerbstätige Frauen**	49 - 51	47 - 48	45 - 46	42 – 44	39 - 41	< 39
Einheit (%)						
Partizipation**	Permanent und umfassend	Permanent und merklich	Permanent, aber gering	Temporär, aber umfassend	Temporär und gering	Gesetzliches Mindestmaß
Einheit (Grad der Einbeziehung der Käufer oder Nutzer während der Planung und in der Nutzung)						

* bezogen auf ein Doppelhaus
** bezogen auf die gesamte Siedlung

Auf den ersten Blick fällt auf, dass sich die Ergebnisse des Bereichs Ökologie im mittleren bis hinteren Segment der Notenskala befinden. Die ökonomischen Indikatoren ergeben mit jeweils einer Bewertung im vorderen und hinteren Drittel sowie zwei im mittleren Bereich ein sehr

ausgewogenes Bild. Für den Bereich Soziales konnte nur eine Note ermittelt werden, die sich im vorderen Drittel befindet. Alles in allem erscheint das Gesamtbild fast als Normalverteilungsfunktion, die eine Häufung im mittleren Notensegment aufweist.

Für die Indikatoren TMR, KEA und GWP 100 wurden durchschnittliche Noten erreicht, die auch von den Referenzgebäuden nicht merklich unterschritten wurden. Diesbezügliche Lösungen scheinen (noch) nicht sehr verbreitet zu sein. Bei der Fläche erzielte das Siedlungsvorhaben seine schlechteste Benotung. Auch wenn die Bemühungen der Planer in Richtung eines schonenden Umgangs mit der Ressource Boden deutlich sind, stellt jede Neubaumaßnahme, die eine vorher ungenutzte, natürliche Fläche ‚verbraucht', einen immensen Eingriff in den Naturhaushalt dar. Erste vergleichende Abschätzungen mit anderen Siedlungen führten zu noch niedrigeren Werten, so dass die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite im direkten Vergleich mit vielen anderen Siedlungsvorhaben vermutlich besser abschneidet. Der hohe Wasserverbrauch ist auf die eingesetzten Materialien bzw. den im Produktionsprozess eingesetzten Strom zurückzuführen.

Die Planungskosten ließen sich leider nicht so aufgeschlüsselt ermitteln, um sie im Rahmen dieser Arbeit verwenden zu können. Für die Errichtungs- und Nutzungskosten konnten jedoch Abschätzungen vorgenommen werden, die zu durchschnittlichen Ergebnissen führten. Bei den Rückbaukosten konnte ein recht positives Ergebnis erzielt werden, das hauptsächlich auf Annahmen des möglichen Wiederverwendungspotentials einzelner Baustoffe bzw. -gruppen basiert. Ob sich dieses Potential wirklich nutzen lässt, bleibt abzuwarten. Die Mietkosten sowie die Nebenkosten sind nicht so gut benotet worden, da sich die Mietkosten schon am obersten Rand des Mietpreisspiegels bewegen. Obwohl die Nebenkosten mutmaßlich unterhalb des Durchschnitts liegen, sind die Mietbelastungen dennoch sehr hoch.

Für den Bereich Soziales ließ sich nur ein Indikator ermitteln, da die geplante größere Bewohnerbefragung nicht durchgeführt werden konnte. Für den Indikator Partizipation konnte ein sehr positives Urteil gefällt werden, da die Mitsprachemöglichkeiten der Bewohner frühzeitig gegeben waren und auch während der Betriebsphase fortgeführt werden können. Sicherlich könnten auch diese Verfahren merklich ausgeweitet werden, sie stellen aber auch schon in der praktizierten Art und Weise einen überdurchschnittlichen Grad an Beteiligung dar. In der nachfolgenden Tabelle sind die erreichten Noten des Siedlungsvorhabens farbig hervorgehoben.

Tabelle 35: Übersicht des Nachhaltigkeitschecks des Siedlungsvorhabens unter besonderer Berücksichtigung des Abwasserkonzeptes

Note	1	2	3	4	5	6
Ökologie						
TMR	≤ 400	401 – 1.000	1.001 – 2.000	2.001 – 3500	3.501 – 4.999	≥ 5.000
Einheit (kg • m^{-2} • a^{-1})						
KEA	≤ 200	201 - 999	1.000 – 1.999	2.000 – 3.000	3.000 – 3.999	≥ 4.000
Einheit (MJ • m^{-2})						
GWP 100	≤ 10 kg	11 – 29	30 – 49	50 – 69	70 – 89	≥ 90
Einheit (CO_2-Äquiv. • m^{-2} • a^{-1})						
Fläche*						
Einheit (Gewichtete m^2 Fläche • gewichtete m^{-2} Gesamtfläche • 100)						
Wasser	≤ 45.000	45.001 – 59.999	60.000 – 74.999	75.000 – 89.999	90.000 – 104.999	≥105.000
Einheit (kg • m^{-2} • a^{-1})						

* ist bereits in die vorhergehende Betrachtung einbezogen worden

Für den separat betrachteten Abwasserbereich wurden ebenfalls sehr ansprechende Ergebnisse erzielt. Wie in Tabelle 35 deutlich wird sind die Benotungen für den KEA, das GWP 100 und das Wasser im vorderen Drittel der Notenskala zu finden. Diese Ergebnisse bezogen auf den KEA und das GWP 100 decken sich auch mit den Ergebnissen der Untersuchungen von Schneidmadl (Schneidmadl et al. 1999, Schneidmadl 2001). Auf Grund einer anderen Systemgrenze liegen die dort ermittelten Ergebnisse in der Regel etwas höher, ohne jedoch zu einer anderen Reihenfolge der Bewertung des kommunalen Klärsystems im Vergleich zum Vergärungssystem zu gelangen.

Der TMR ist im Gegensatz zu den Noten des KEA und GWP allerdings im mittleren Bereich angesiedelt. Im Vergleich mit einer abgeschätzten kommunalen Kläranlage stellt das in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite verwendete Abwasserkonzept offensichtlich die ressourcenschonendere Variante dar. Aber die Abbildung 77 macht auch deutlich, dass noch Entwicklungspotential vorhanden ist, um den $COMPASS_{radar}$ flächen-deckend auszufüllen, d. h. um bei allen Indikatoren die Note 1 vergeben zu können. Die verglichene Kleinkläranlage scheint bei den meisten Indikatoren einen Schritt voraus zu sein.

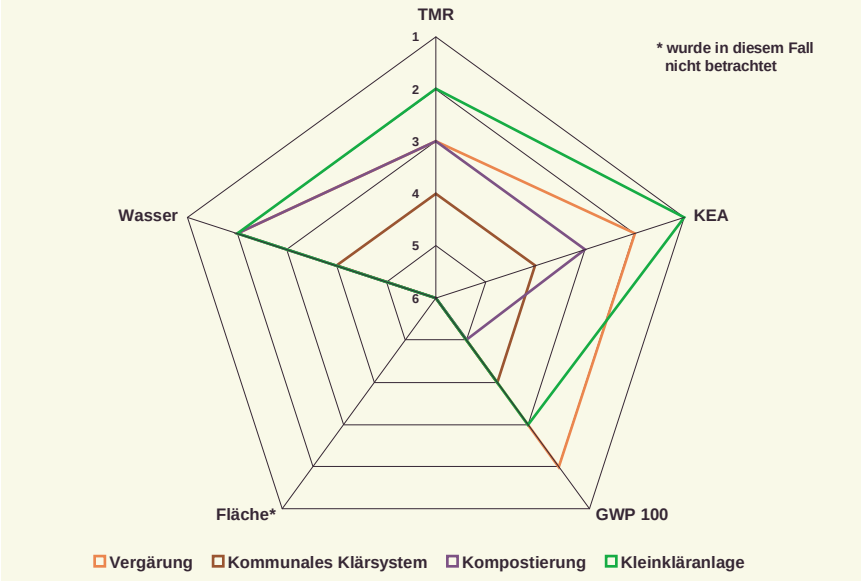


Abbildung 77:Der $COMPASS_{radar}$ für das Abwasserkonzept.

Neben diesen input- und outputseitigen Indikatoren dürfen natürlich hygienische und toxikologische Bewertungsaspekte nicht in den Hintergrund treten. Aber auch dazu belegen bisher durchgeführte wissenschaftliche Untersuchungen, dass diesbezügliche Sorgen bei ordnungsgemäßer Handhabung unbegründet sind (Otterpohl und Oldenburg 1998, Lundin 1999, Koscielny und Möller 2000). Darüber hinaus zählt als Pluspunkt, dass das integrierte System hilft, die Nährstoffemissionen in die Gewässer zu senken (Tabelle 36) und die Rückführung von Nährstoffen in den Stoffkreislauf fördert (Tabelle 37).

Tabelle 36: Nährstoffemissionen durch Einleitung gereinigten Abwassers in Gewässer (OtterWasser)

		Konventionelles System	Integriertes Konzept
Wassermengen	[l/(E∗d)]	200	70
Konzentration			
CSB	[mg/l]	50	30
BSB_5	[mg/l]	5	5
ges. N_{anorg}	[mg/l]	>8	<8
ges. P	[mg/l]	1,0	0,5
K	[mg/l]	25	k.A.
einwohnerspez. Frachten			
CSB	[kg/(E*a)]	3,6	0,8
BSB_5	[kg/(E*a)]	0,4	0,1
ges. N_{anorg}	[kg/(E*a)]	0,6	0,2
ges. P	[kg/(E*a)]	0,07	0,01
K	[kg/(E*a)]	1,7	<0,4[2)]

[1)] Erfahrungswerte von den Pflanzenkläranlagen zur Grauwasserreinigung in Hamburg-Allermöhe und Kiel-Hassee
[2)] Schätzwert

Setzt man eine durchschnittliche Lebensdauer von 70 Jahren voraus, so werden beim integrierten Konzept die Emissionen in Gewässer pro Person um 200 kg CSB, 37 kg N, 91 kg K, 4,2 kg P reduziert.

Wird die Rückführung der Nährstoffe betrachtet, so werden im Schnitt bei konventioneller Abwasserbehandlung ca. 20 % der Nährstoffe durch Verwertung in der Landwirtschaft wieder in den Stoffkreislauf eingebracht. Im semizentralen System ist der Rückführungsanteil wesentlich höher. Im Vergleich werden im integrierten Konzept pro Jahr ca. 5 kg/E Stickstoff, 0,5 kg/E Phosphor und 4 kg/E Kalium mehr als im konventionellen System in den Nähstoffkreislauf zurückgeführt und stehen so der Natur wieder zur Verfügung. Im konventionellen System werden die Nährstoffe in der Wasserphase abgeleitet und über Oberflächengewässer ins Meer transportiert. Zudem gehen Aktuelle Studien davon aus, dass die Verfügbarkeit von Nährstoffen für Pflanzen nach der Fällung in zentralen Abwassersystemen in der Praxis noch geringer ist als bisher angenommen.

Tabelle 37: Rückführung von Nährstoffen in den Stoffkreislauf (OtterWasser)

		Konventionelles System (landwirtschaftliche Klärschlammverwertung)	Integriertes Konzept (Flüssigdüngerverwertung)	
			Fäkalien	Fäkalien und Biomüll
N	[kg/(E*a)]	0,5	3,7	5,8
P	[kg/(E*a)]	0,6	0,7	1,1
K	[kg/(E*a)]	0,1	1,1	4,1

Zu recht ähnlichen Ergebnissen führt auch die Arbeit von Lundin die nachfolgend kurz zusammengefasst werden (Lundin 1999). Der in Tabelle 38 dargestellte Vergleich unterschiedlicher Abwassersysteme entspricht keiner umfassenden Technologiebeurteilung. Dennoch erlaubt die Auflistung einen Einblick in die Nutzung von Nachhaltigkeitsindikatoren und die sich daraus ableitende Möglichkeit Stärken und Schwächen der unterschiedlichen Technologien festzustellen.

Tabelle 38: Ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren von verschiedenen Abwassersystemen: zwei konventionelle Systeme unterschiedlicher Größe, zwei Separationssysteme und zwei ‚naturnahe' Systeme

Nachhaltigkeits-indikator	Einheit	Konventio-nelles System, groß[1]	Konventionel-les System, klein[3]	Urinsepara-tion, groß[2]	Flüssigkompos-tierung, klein[3]	Gestaltete Feuchtzone[4]	Aquakultur[4]
Wasserverbrauch	m^3/a	190	170	160	160	160	175
Rückhalt von P	%	86	95	95	95	50	50
Rückhalt von N	%	23[1]	25	90	95	50	50
Rückhalt von BSB	%	87	95	95	95	95	95
Eingesetzte Chemikalien	kg/a	10	10	5	0	0	Chemikalien werden zugesetzt
Rückgewinnung von P	%	0	95	95	95	Ungewöhnlich	10
Rückgewinnung von N	%	0	10	40	50	Ungewöhnlich	10
Qualität der Reststoffe		Ganz gut	Ganz gut	Urin-hoch Schlamm-ganz gut	Hoch		Hoch
Flächenbedarf		Niedrig	Moderat	Niedrig	Moderat	Groß	Moderat
Elektrizitätsbedarf	kWh/a	35	110	30	120	6	2750
Energierück-gewinnung	kWh/a	Biogas und Wärme	Begrenztes Potential	Biogas und Wärme	Wärme	Kein Potential	Wärme

[1] Angaben von Rya WWTP, 1996 (Paper III). Nitrifikation/Denitrifikation sind mittlerweile in Betrieb und werden die Beseitigung von N auf 50% erhöhen.
[2] Diese theoretischen Daten basieren auf einer projektierten Urinseparation in Kombination mit einer konventionellen Behandlung des verbleibenden Abwassers (Bengston et al. 1997).
[3] Diese theoretischen Daten basieren auf ein projektiertes Wohngebiet mit 200 Personen (Bengston et al. 1997).
[4] Daten von (Brix 1998).

(Übersetzung d. Verf. nach Lundin 1999, 39)

Es zeigt sich, dass die Wahl des Abwasserkonzeptes nur geringen Einfluss auf den Wasserverbrauch hat, da das meiste Wasser zum duschen, waschen und kochen eingesetzt wird. Die Rückhalteleistung der diversen Konzepte ist recht hoch und weicht nur bei den ‚naturnahen' Systemen ab, sofern keine zusätzlichen Behandlungsstufen integriert werden. Die Rückhalteleistung für Nitrat ist für die konventionellen Systeme am geringsten und für die Separationssysteme am höchsten. Darüber hinaus ermöglichen die Separationssysteme einen recht hohen Grad der Rückgewinnung von Nähstoffen, die dann in der Landwirtschaft verwendet werden können. Bei den ‚gestalteten Feuchtzonen' ist die Nährstoffrückgewinnung gering, weil die Entnahme und Ersetzung von Böden, Kies und grobem Sand selten durchgeführt wird.

Bei großen konventionellen Anlagen ist der Grad der landwirtschaftlichen Verwendung der Schlämme gering, zumal die Qualität der Schlämme durch industrielle Verunreinigungen und die Folgen extremer Regenereignisse schlecht ist. Der Stromverbrauch beim Betrieb der großen konventionellen Systeme und der ‚konstruierten Feuchtzonen' ist recht niedrig, wohingegen der Strombedarf der Aquakulturen, auf Grund des hohen Lichtbedarfs der Gewächshäuser, sehr hoch

ist. Als gute Systeme zur Energiegewinnung zeigen sich die großangelegten Systeme, wo Biogas in Strom umgewandelt und Wärme aus dem Abwasser entzogen wird und zur Nahwärmeversorgung verwendet werden kann. Zu einem geringeren Grad kann Wärme auch aus den Flüssigkompostierungs- und Aquakulturprozessen gewonnen werden.

Dass sich das gewählte Abwassersystem auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten konkurrenzfähig zeigt, konnte die Arbeit von (Reckerzügl 1997) zeigen. Mit jährlichen Kosten, die unter den Minimalabschätzungen für das kommunale Klärsystem liegen, ist diese noch sehr junge Technologie bereits heute wettbewerbsfähig. Dass die Kompostierung auf Grund des geringeren technischen Aufwands noch wirtschaftlicher ist, verwundert nicht. Die bei dieser Betrachtung ökologisch günstigere Kleinkläranlage schneidet unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten am ungünstigsten ab.

Eine entsprechende Wirtschaftlichkeit hilft jedoch nicht, wenn die Nutzer einer neuen Technologie diese nicht akzeptieren. Um mögliche Akzeptanzprobleme der Vergärungsanlage bei den bisher eingezogenen Bewohnern der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite zu ermitteln, wurde eine Befragung durchgeführt, die zwar kein einheitliches, dennoch ein optimistisch stimmendes Bild ergab. Diese doch recht positive Resonanz, abgesehen von den teilweise genannten Unannehmlichkeiten auf Grund der Lautstärke des Vakuumsystems, ist sicherlich auch auf die sehr gute Betreuung der Bewohnerschaft mit Informationsmaterialien und Schulungen von Seiten der ausführenden Planer zurückzuführen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass semizentrale Systeme im Abwassermanagement für Städte zukünftig zunehmend wichtiger werden. Erste Anlagen dieser Art gibt es neben der beschriebenen zur Zeit in Freiburg und Hannover.

7.4.1 Einordnung der Ergebnisse

Wie im Laufe der Arbeit schon deutlich geworden ist, vollzog sich der Baufortschritt der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite erheblich langsamer als erwartet. Am Beispiel dieses Bauvorhabens lässt sich die privat- und volkswirtschaftlich prekäre Entwicklung des Baugewerbes innerhalb der letzten sechs bis sieben Jahre sehr gut nachvollziehen. Leider führte die Tatsache, dass bis zum heutigen Tag nur 26 der geplanten 119 Wohneinheiten fertiggestellt wurden dazu, dass repräsentative Ergebnisse die Betriebsphase betreffend nicht herangezogen werden konnten. Diesem Umstand ist auch das Fehlen einer aussagekräftigen demografischen Darstellung der Bewohnerstruktur geschuldet.

Aber gerade für den ökologischen Bereich konnten sehr detaillierte und aussagekräftige Ergebnisse ausgewiesen werden. Diesen Ergebnissen liegt eine Datenbasis zu Grunde, die sicherlich nicht als fehlerfrei bezeichnet werden kann. Dennoch wird die Datengrundlage zur Berechnung des TMR von Seiten des Wuppertal Institutes permanent angewendet, überarbeitet und aktualisiert. Der praxisnahe Diskurs der Ergebnisse, z. B. auch mit entsprechenden Fachverbänden, sorgt für eine kritische und fachkundige Verifizierung des Datenbestandes. Bezüglich des KEA und des GWP 100 kann eine ähnliche Aussage getroffen werden, da auch die Kollegen des IKP in Stuttgart, die die GaBi-Datenbank erstellt haben sowie die Kollegen des Öko-Institutes, die für die fehlenden Emissionen GEMIS-Werte geliefert haben, im ständigen Austausch mit der Wirtschaft und deren Fachverbänden stehen. Die KEA-Datenbank ist zudem eine offizielle Internetseite des Umweltbundesamtes. Die Aussagekraft des entwickelten Flächenindex wird sich erst noch erweisen müssen. Um aber eine diesbezügliche Diskussion zu ermöglichen, wurde der Versuch unternommen, die Beurteilungsgrundlage und das Berechnungsverfahren so transparent wie möglich zu gestalten. Durch den Vergleich mit entsprechenden Referenzwerten konnte auch ein Plausibilitätscheck der erzielten Ergebnisse durchgeführt werden. Dieser verhinderte, dass z. B. auf Grund von Programm- und/oder Rechenfehlern fehlerbehaftete Teilergebnisse auftraten.

Bei den ökonomischen Parametern ist die Datenbasis bezogen auf die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite etwas unsicherer, da nur Planungskosten angesetzt werden konnten; komplett abgeschlossene Rechnungen liegen zur Zeit noch nicht vor. Die Referenzdaten sind allerdings als sehr vertrauenswürdig einzuschätzen, da sie zumeist von offiziellen Stellen zur Verfügung gestellt wurden. Konjunkturelle Schwankungen und regionale Spezifika machen jedoch einen Vergleich sehr schwierig, so dass alle erzielten Ergebnisse sowie die vorgeschlagenen Benotungsskalen noch einmal auf den Prüfstand sollten. Wo eine Benotung haltbar vorgenommen werden konnte, wurde sie durchgeführt. Bei den Planungskosten war die Datenbasis aber selbst für eine erste Abschätzung nicht ausreichend, so dass von einer Benotung abgesehen wurde.

Am problematischsten gestaltete sich wie erwartet die Benotung der sozialen bzw. gesellschaftlichen Belange. Neben der beschriebenen fehlenden demografischen Datengrundlage, stellte bereits die Auswahl möglicher Indikatoren eine erste Hürde dar, die jedoch in ihrer Höhe noch von den Problemen der Ausweisung einer Benotungsskala übertroffen wurde. Auch die im Rahmen der Arbeit schlussendlich ausgewählten Indikatoren können nur einen weiteren Beitrag zu der laufenden Diskussion leisten, denn sie sind weder hinsichtlich ihrer Aussagekraft noch im Hinblick auf ihren Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung unzweifelhaft. So verwundert es nicht, dass das Ziel, einen einkommensabhängigen Indikator zur Messung des Beitrags für eine nachhaltige Quartiersentwicklung zu finden, vorerst als gescheitert angesehen werden muss. Für die meisten sozialen Indikatoren konnten offizielle Statistiken zu Rate gezogen werden, womit diese als vertrauenswürdig einzustufen sind. Problematischer gestalteten sich die sozialen Indikatoren, bei denen nur eine qualitative Bewertung vorgenommenen wurde, die der gängigen Diskussion hinsichtlich der ‚harten' Benotungskriterien der ökologischen Bewertung entgegenläuft. Aber auch hier versteht sich diese Arbeit als ein weiterer Beitrag zur Diskussion, der durch eine transparente Darstellung befördert werden soll.

Die anschließende Diskussion versucht nun die gemachten Erfahrungen auszuwerten, akteursbezogene Handlungsoptionen auf dem weiteren Weg zu einem zukunftsfähigeren Bauen aufzuzeigen und diesbezüglich limitierende Faktoren zu benennen. Der Ausblick soll dann abschließend die weiteren notwendigen wissenschaftlichen Schritte zur Beförderung des Themas skizzieren.

„Es gehört zu einem guten Geschäftsmann, dass er das Unausweichliche vorwegnimmt, und mir erscheint es unausweichlich – ob es uns gefällt oder nicht - dass wir uns auf eine Wirtschaftsordnung zubewegen, die begrenzt und selektiv in ihrem Wachstum sein muss. Die Erde hat endliche Grenzen – ein Gedanke, mit dem sich die Amerikaner nur schwer anfreunden können."

Quelle: John D. Rockefeller III

8 Fazit und Ausblick

Seit dem Beginn der Anfertigung dieser Dissertationsschrift hat auf allen Ebenen von Politik, Wirtschaft, Wissenschaft etc. ein Erkenntnisgewinn stattgefunden, aus dem u. a. auch eine stärkere Berücksichtigung der ‚sozialen' bzw. ‚gesellschaftlichen' oder auch ‚kulturellen' Aspekte im Bauprozess resultiert. Ein bewusste Politik nachhaltiger Entwicklung, die menschlich und sozial gerecht ist, den natürlichen Lebensraum achtet und gegenüber den kommenden Generationen verantwortlich handelt, ist das Paradigma des 21. Jahrhunderts. Dazu gilt es, einen neuen gesellschaftlichen Konsens über die zukünftigen Rahmenbedingungen des Zusammenlebens auszuhandeln und darauf aufbauend die kulturellen Grundlagen der Menschheit weiter zu entwickeln. Nur auf der Basis stabiler allgemein akzeptierter Werte können Wissenschaft und Forschung inspirieren und erfolgreich sein.

Von einer breiten Umsetzung dieser Erkenntnisse sind wir noch weit entfernt. Viele Ursachen können dafür herangezogen werden, insbesondere die fehlende Konkretisierung des Begriffs der Nachhaltigkeit, der geringe Bekanntheitsgrad der Diskussion und die divergierenden Interessen sind hier zu nennen. Aber auch die vordergründige Unwirtschaftlichkeit bzw. ein mangelnder Markt aus Unkenntnis über die Chancen einer nachhaltigen Entwicklung, mangelnde Qualifikation der beteiligten Akteure, divergierende politische Interessen (Reduzierung der Arbeitslosenquote ohne Berücksichtigung von Langzeitaspekten, z. B. durch Schaffung von Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen) etc. Darüber hinaus fehlen aber auch heute immer noch konkrete Beschreibungen der qualitativen und quantitativen ‚Landeplätze' gesellschaftlichen, politischen und unternehmerischen Handelns sowie die Benennung dahinführender, begleitender Indikatoren. So verwundert es nicht, dass alle bisherigen Bestrebungen, eine nachhaltigere Entwicklung zu erreichen, keinen merklichen Einfluss auf die internationalen und nationalen Trends in allen Nachhaltigkeitsdimensionen hatten. Über eine weitere, aber ggf. die entscheidende Ursache für diesen Sachverhalt, nämlich die Fehlstruktur unserer Geldordnung, werden allgemeine Mutmaßungen in Kap. 8.3 angestellt. Doch vorerst soll der im Rahmen dieser Arbeit verwendete Ansatz bewertet sowie Strategien und Handlungsempfehlungen für die beteiligten Akteure aufgezeigt werden.

8.1 Der gewählte Ansatz

In der Arbeit wurden Denk- und Kommunikationsansätze zur Bewertung des nachhaltigen Bauens und Wohnen betrachtet und ihre Anwendbarkeit an einem konkreten Beispiel untersucht. Trotz der durchaus erfreulichen Ansätze auf nationaler und internationaler Ebene lassen sich noch erhebliche Leerstellen in dem bisherigen Diskurs feststellen. Darüber hinaus ist es noch ein weiter Weg bis zu einer Umsetzung, die dem Stand der Diskussion gerecht wird. Deutlich geworden ist aber auch, dass die Lösungen der Probleme von morgen nur in geringem Maße mit Projekten wie der Flintenbreite gefunden werden können. Sicherlich liefern sie Denkanstöße für

die Gestaltung einer nachhaltigen oder besser nachhaltigeren[137] Entwicklung. Diese Nuancierung scheint angebracht, um deutlich zu machen, dass Nachhaltigkeit nicht als ein fester Begriff verstanden werden kann. Vielmehr gibt es differierende Wahrnehmungen und Interpretationen des Begriffs, die teilweise noch nicht einmal eine gemeinsame Schnittmenge haben, sondern erst über mehrere Stationen miteinander verknüpft sind (Lass und Reusswig 1999). Da nachhaltige Entwicklung als eine „regulative Idee“[138] verstanden wird, gilt es an ihrer temporären und örtlichen Konkretisierung zu arbeiten. Ohne eine Beteiligung der gesellschaftlichen Akteure, d.h. ohne partizipative Strukturen wird eine Vermittlung der Nachhaltigkeitsidee nicht stattfinden können. Dabei müssen allerdings ‚echte' beteiligungsorientierte Formen gewählt werden, die sich durch eine reflexive Beteiligung und eine innovative Form von Involviertheit auszeichnen. In diesem Verständnis hat sich die Ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite mit ihrem partizipativen Ansatz sicher verdient gemacht, wie die Bewertung mit Hilfe der gewählten Indikatoren deutlich machen konnte.

Auch nach Fertigstellung dieser Arbeit kann das Vorhaben, Indikatoren zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Siedlungsvorhaben zu entwickeln, nicht als abgeschlossen bezeichnet werden. Abgesehen von den Erhebungsschwierigkeiten auf Grund der unbefriedigenden Situation in der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite gestaltete sich die Auswahl der Indikatoren für die Bereiche Ökonomie und Soziales bezogen auf ihre Anwendbarkeit auf der Siedlungsebene sehr problematisch. Während die Bewertung der ökonomischen Indikatoren in der Tat primär an den mangelnden Erhebungsdaten scheiterte, lag das Problem bei den sozialen Indikatoren bereits eine Stufe davor. Hier stellte sich zumeist die Frage, inwieweit ein Indikator wirklich zielführend für eine nachhaltige (Siedlungs-)Entwicklung ist und wie diesbezügliche Bewertungsskalen aufzustellen und abzugrenzen sind. Als ein Beispiel kann an dieser Stelle der Indikator ‚Einkommensstruktur' herangezogen werden. Bei diesem Indikator stellt sich die Frage, ob eine möglichst homogene Einkommensstruktur dem Siedlungsgefüge am ehesten zuträglich ist oder ob sich nicht die in der Gesellschaft anzutreffende Einkommensverteilung auch auf der Siedlungsebene widerspiegeln sollte, um auf der einen Seite im direkten Umfeld Anreize und positive Beispiele erfolgreichen Arbeitens aufzuzeigen und auf der anderen Seite für die gesellschaftliche Erdung ‚momentaner' Gewinner zu sorgen.

Im Laufe der Bearbeitung wurde offensichtlich, dass zumindest in den Industrienationen der gesellschaftliche Grad der Akzeptanz von den ökologischen über die ökonomischen zu den sozialen Indikatoren abnimmt. Dies wird auch in den fehlenden Umsetzungsbeispielen deutlich. Vielleicht ist aber auch der Mangel an konkreten Beispielen ein Grund für die fehlende Berücksichtigung sozialer Indikatoren. Aus diesem Grund stellt auch der in dieser Arbeit durchgeführte Versuch der Identifikation operationalisierbarer Indikatoren auf der Siedlungsebene einen wichtigen Versuch dar, wenn auch weitere Fragen aufgeworfen wurden und andere nach wie vor offen geblieben sind. Weitergehende Arbeiten zur (Fort-)Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren auf der Siedlungsebene sind sicherlich notwendig[139], um in naher Zukunft eine ausreichende Grundlage für eine zielführende und praktikable Umsetzung in die Praxis zu erhalten.

Im Gegensatz zu den ökonomischen und noch stärker zu den sozialen Indikatoren kann der Stand der Entwicklung ökologischer Indikatoren als bereits sehr weitreichend beschrieben werden. Für sie kann bezogen auf die Flintenbreite festgehalten werden, dass die vergleichende Bewertung der Umweltverträglichkeit, z. B. der vier analysierten Abwassersysteme, sehr ähnlich ausfiel. So

[137] Der Einfachheit halber wird diese Form nicht fortgeführt, aber in Gedanken mitgeführt.

[138] (Enquete-Kommission 1998)

[139] Einen diesbezüglichen Beitrag leistet die Arbeit von (Wolpensinger 2002), der den in der vorliegenden Arbeit nur rudimentär betrachteten Arbeitsschwerpunkt Mobilität gewählt hat. Somit stellt die Arbeit von Wolpensinger eine sinnvolle Ergänzung dar.

gaben die Ergebnisse der Indikatoren TMR und Luft[140] des MIPS-Konzeptes bis auf eine Position, die in einem sehr engen Wertebereich lag, dieselbe ökologisch wünschenswerte Reihenfolge der Abwassersysteme wie die Indikatoren KEA_{Summe} und GWP 100 wieder. Zu abweichenden Ergebnissen führte jedoch der Indikator Wasser, der innerhalb der anderen Indikatoren keine Berücksichtigung findet. Um bei gegenläufigen Aussagen des Indikators Wasser zu den anderen Indikatoren dennoch eine sinnvolle Entscheidung treffen zu können, kann z. B. eine Gewichtung vorgenommen werden, die lokale Gegebenheiten berücksichtigen sollte. In einer wasserreicheren Region besitzt das Wasser verständlicherweise einen anderen Stellenwert als in einer wasserarmen, so dass die Entscheidungsgrundlage eine andere sein muss. Ob diese Substitutionseffekte der ökologischen Indikatoren KEA und GWP durch das MIPS-Konzept auch für weitere Anwendungsfälle bestätigt werden können, sollte in der Zukunft weiter untersucht werden.

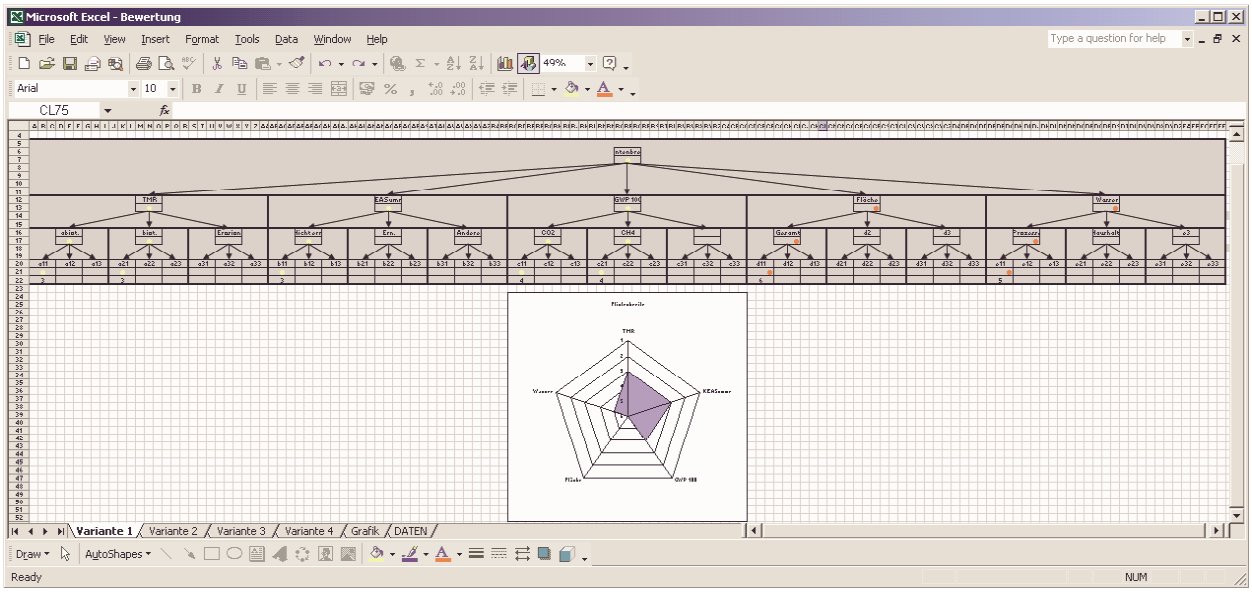


Abbildung 78: Screen shot der programmierten COMPASS-Software am Beispiel der ökologischen Bewertung des Doppelhauses der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite.

Neben der Benennung von Zielen und der Entwicklung von Indikatoren ist aber auch deren Anwendbarkeit nicht aus den Augen zu verlieren. Mit Hilfe der COMPASS-Methodik konnte ein mögliches Instrument zur Verfügung gestellt werden, das schnell, einfach und fachübergreifend eine Beurteilungs- und Diskussionsgrundlage schafft, in der Praxis bereits erprobt wurde und sich auch für die Flintenbreite bewährt hat. Zur Unterstützung der Anwendung dieser Methodik wurde eine EXCEL-gestützte Software entwickelt, die einfach mit den gewählten Indikatoren und den ermittelten Noten zu ergänzen ist. Die Beampelung erfolgt automatisch, genau wie die Erstellung des $COMPASS_{Radar}$.

[140] Die Kategorie Luft wurde in der vorliegenden Arbeit nicht explizit besprochen, dennoch aber erhoben und ist in den entsprechenden Tabellen ausgewiesen.

8.2 Akteursspezifische Strategien zukunftsfähigen Bauens und Wohnens

Weiterhin sind aber noch vielfältige Anstrengungen und Veränderungen notwendig, um den Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung zu forcieren. Beispielhaft und getrennt nach Akteuren werden nachfolgend vom Verfasser als elementar eingeschätzte Handlungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten ausgeführt:

- *Handlungsfeld: (Aus- und Weiter)-Bildung und Qualifizierung*
  Akteure: Unternehmen, Gewerkschaften, Kammern, Schulen

Der Bedarf an qualifizierten Fachkräften ist größer denn je. Für die Erfüllung zunehmender Anforderungen an die Bauausführung auf Grund gesetzlicher Anforderungen und ökologischer Notwendigkeiten stehen sie nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung. Welche Schäden unfachmännisch ausgeführte Bauvorhaben nach sich ziehen können ist, einschlägig bekannt und in der Literatur anschaulich dokumentiert.[141]

Eine Studie der Hans Böckler Stiftung besagt, dass 80 % aller Arbeitnehmer innerhalb der letzten 10 Jahre an keiner Weiterbildungs- oder Qualifizierungsmaßnahme teilgenommen haben. Auf der anderen Seite sind aber rund 80% aller heute verwendeten Technologien jünger als 10 Jahre. Als besonders gering wurde der Anteil der Weiterbildung im Baugewerbe identifiziert, wobei die Quote für die NBL mit rund 32% noch besser ausfällt als in den ABL mit 26% (Leber 2001). Von diesem knappen Drittel an Weiterbildungen entfiel der größere Anteil auf das Ausbau- und Bauhilfsgewerbe und der geringere Anteil auf das Bauhauptgewerbe. Darüber hinaus nahmen die einfachen bzw. qualifizierten Angestellten häufiger an Qualifizierungen teil als Ungelernte oder Facharbeiter. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass gerade diejenigen Betriebe einen recht hohen Weiterbildungsanteil haben, die auch als Ausbildungsbetrieb tätig sind. Als Gründe für die ‚Nichtweiterbildung' ihrer Mitarbeiter gaben in den ABL 23% und den NBL 9% der Betriebe an, dass sie *grundsätzlich* keine Weiterbildungen für die Mitarbeiter vorsehen. Gerade auf Grund der notwendigen ‚hohen' Qualifikation bei Sanierungsmaßnahmen stimmen diese Zahlen nachdenklich.

Angesichts der schlechten Konjunktur der Bauwirtschaft ist dieser Sachverhalt auch deshalb beunruhigend, da das Bildungs- und Qualifizierungsniveau der Arbeitskräfte gemeinhin als bedeutender Faktor zur Erhaltung bzw. Erlangung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens gesehen wird. Für die Arbeitnehmer stellen Investitionen in ihr ‚Arbeitsvermögen' eine Möglichkeit dar, ihre individuellen Einkommens- und Beschäftigungschancen zu sichern bzw. zu erhöhen.

Es stellt sich nun die Frage, wie diese Ausbildungs- und Weiterbildungshemmnisse aufgebrochen werden können? Eine Möglichkeit besteht sicherlich in einer durchzuführenden Ideenbörse der beteiligten Akteure. Hier könnten z.B. Modelle der Jobrotation initiiert und konkretisiert werden.[142] Im Rahmen der Ausbildung sind auch die Verbände und Gewerkschaften gefordert, über neue gewerkeübergreifende Ausbildungskonzepte nachzudenken. Zusammen mit einer höheren Dienstleistungsorientierung, wie es z.B. das ‚Regionale Bauforum' in Sachsen-Anhalt mit dem ‚Alles aus einer Hand-Ansatz' verfolgt oder wie es die unterschiedlichsten

[141] Vgl. u.a. (Michael 2000, 103-112).

[142] Ab dem Jahr 2003 wird dies u.a. auch in Sachsen-Anhalt möglich sein und vom dortigen Arbeitsamt angeboten. Das Modell sieht vor, dass ein in Beschäftigung stehender Arbeitnehmer für einen bestimmten Zeitraum an einer Weiterbildungsmaßnahme teilnimmt und in der Zwischenzeit seine Aufgaben von einem bis dato Arbeitlosen übernommen wird. Erfahrungen aus Modellprojekten haben gezeigt, dass häufig nach der Rückkehr des ‚weitergebildeten' Arbeitnehmers, die Unternehmen den möglicherweise ‚geprüften' Arbeitslosen übernehmen, sofern es die Auftragslage möglich macht.

Gewerkehöfe praktizieren, könnten die genannten Akteure dem ‚Puzzle' Zukunftsfähiges Bauen und Wohnen einige Teile hinzufügen.

Ein Beitrag in Richtung einer nachhaltigen Baukultur kann nur erfolgen, „wenn die Integration ökologischer, innovativer und sozialer Gesichtspunkte von allen am Bau Beteiligten als Herausforderung und als Chance für eine positive Zukunft begriffen wird" (Margrit Kennedy und Hass-Arndt 2001, 135)

- *Handlungsfeld: Unternehmerische (Produkt-)Verantwortung*
  Akteure: Unternehmen, Verbände

Die Verantwortung der Unternehmen für die von ihnen produzierten Produkte bzw. angebotenen Dienstleistungen nimmt stetig zu. Neben den gesetzlichen Anforderungen, die dies erfordern (EC 2001c), sind es die sog. Stakeholder als Repräsentanten der wachsamen Öffentlichkeit (Bsp. Shell in White 1999) oder auch zunehmend die Kapitalmärkte, die ökologisches und/oder ethisches Engagement von Unternehmen honorieren und entsprechende Geldanlagen mittlerweile gewinnbringender gestalten als herkömmliche.

Kulturelle Wurzeln und soziale Entwicklungen werden immer häufiger auch als Basis intakten Wirtschaftens gesehen. Unter anderem führt (Rifkin 2000) diese Ideen in seinem Buch ‚Access – Das Verschwinden des Eigentums: Warum wir weniger besitzen und weniger ausgeben werden' näher aus und bemerkt dazu in einem Interview: „Ich glaube, dass immer erst die Kultur kommt, und dann die Wirtschaft. Es gibt kein Beispiel in der Geschichte, wo die Menschen erst kommerzielle und dann kulturelle Beziehungen aufgebaut haben" (Pötter 2000, 5). Dass Rifkin mit seiner Meinung nicht alleine dasteht, unterstreichen Äußerungen des Weltbank-Präsidenten Wolfensohn, der mittlerweile einräumt: „Vielleicht haben wir unrecht, vielleicht kommt erst die kulturelle und soziale Entwicklung und dann die wirtschaftliche Erholung."

Vielen Unternehmen fällt auch heute noch die Integration von Umweltschutzmaßnahmen schwer, da sie immer wieder auf innerbetriebliche Akzeptanzschwierigkeiten stoßen (B.A.U.M. 2000). Als die entscheidenden Hemmnisse werden zumeist die unzureichende Motivation, Organisation sowie Kommunikation und Information angeführt.

Zur Überwindung dieser Akzeptanzschwierigkeiten scheinen folgende strukturelle Voraussetzungen sinnvoll:

- Langfristige und glaubwürdige Verankerung des Umweltschutzes als Unternehmensziel.
- Motivation und aufgabenspezifische Förderung der Handlungskompetenz der Mitarbeiter.
- Systematische Entwicklung von Umsetzungsstrategien.
- Organisatorische Integration des Umweltschutzes in Unternehmen.
- Aufbau interner und externer Informations- und Kommunikationsstrukturen.
- Integration der Umweltziele in den betrieblichen Steuerungs- und Kontrollprozess.

Dass neben dem ökologischen auch das soziale Engagement positive betriebswirtschaftliche Effekte bewirken kann, zeigen unterschiedliche Studien aus der Wohnungswirtschaft. Hansen führt diesbezüglich aus, dass die Integration sozialer Belange „langfristig kostensenkend und ertragsverbessernd wie andere Marketingkonzepte und ökologische Angebote auch" wirken. „Sie leisten eine notwendige Aufbesserung des Vermieterimages und tragen auf Dauer zu weniger Vandalismus, besserer Mietzahlungsbereitschaft und Kundentreue sowie nachbarschaftlicher Atmosphäre bei. Soziale Komponenten der Nachhaltigkeit sind lohnende Investitionen für Wohnungsunternehmen und wirken stark bei Wohnkonsumenten, die mehr als vier Wände und ein Dach über dem Kopf haben wollen" (Peter Hansen 2001, 166, 167).

- *Handlungsfeld: Förderung nachhaltiger Quartiersentwicklung*
  Akteure: Bunde, Land und Kommune

In etlichen Wohnquartieren ist ein sozialer Entmischungs- und Erosionsprozess zu beobachten. Auf Grund einer rapide gestiegenen ‚Umzugsgeschwindigkeit' kann ein Quartier innerhalb von 3 Jahren ins soziale Abseits rutschen (Riedel 1999). Um gegensteuern zu können, bedarf es einer Abkehr der traditionellen Städtebauförderung und stattdessen der Förderung einer ‚nachhaltigen Quartiersentwicklung'.

Einen Schritt in diese Richtung stellt das Bund-Länder-Programm ‚Soziale Stadt'[143] dar, bei dem Bund und Länder die Städtebauförderung um das neue Programm „Stadtteile mit besonderem Entwicklungsbedarf - die soziale Stadt" ergänzt haben. Ziel ist es, eine zukunftsfähige Entwicklung in diesen Quartieren zu erreichen.

Da dieses Programm primär für bereits bestehende städtische Strukturen ausgelegt ist, sollte eine Ausweitung auf neu zu planende Siedlungsstrukturen unbedingt vorgenommen werden. Die Techniken, Hilfsmittel und Beispiele zur Aktivierung und Beteiligung der Quartiersbevölkerung (Franke 2002, 3-4) sollten besonders gefördert werden.

Es gibt nicht nur ein Verfahren von der Idee bis zur Umsetzung. Wie aber ein möglicher Ablauf in Richtung einer nachhaltigen Siedlungsgestaltung aussehen kann, wird nachfolgend dargestellt:

1. Informieren über Schwachstellen, wozu es z. B. einer wissenschaftlichen Erhebung bedarf.
2. Entwickeln von Lösungsansätzen, z. B. nach dem Charette-Verfahren.
3. Konkretisierung der Ziele mit allen Beteiligten.
4. Ausschreibung von offenen Wettbewerben.
5. Festlegung der ökologischen Ziele und vertragliche Festlegung mit den Planern.
6. Beratung durch erfahrene Experten (Integrierte Planung).
7. Überprüfung der Ausführung.
8. Evaluation in den ersten 3 Jahren der Nutzung.
9. Korrektur des Verfahrens.
10. Publikation der Ergebnisse.

- *Handlungsfeld: Förderung eines nachhaltigen Konsums*
  Akteure: Haushalte, Unternehmen, Politik, Verwaltung, Verbände

Wie im Laufe der Arbeit deutlich gemacht wurde, sind immense Einsparpotentiale im Bereich der privaten Haushalte zu erschließen, insbesondere in den Bereichen Wasser und Energie (Brohmann et al. 2000).

Im Bereich der Stromeinsparung der privaten Haushalte führen neben den ‚direkten' Maßnahmen wie z. B. der Einsatz von Energiesparlampen, das richtige Heizen und Lüften etc. ‚indirekte' Maßnahmen wie z. B. monatliche Abrechnungen statt jährlicher Rechnungen zu einer verbesserten Wahrnehmung der individuellen Potenziale, wenn sie eine Auflistung und grafische Darstellung von Verbrauch, Kosten, Differenz zum Vormonat und Vergleich zum Vorjahreszeitraum enthalten. Um sicherzustellen, dass die Informationen an die richtigen Adressaten gelangen, sind verschiedene Formen von Kampagnen denkbar, die aber zeitlich befristet und mit themenbezogenen Gesamtpaketen unterschiedlicher Aktionsbausteine angeboten werden sollten. Grundsätzlich sind drei verschiedene Kampagnentypen zu unterscheiden:

- Kampagnen zur Information (z. B. mit Feedback Programmen)
- Kampagnen zur Überzeugung (mit Themenfokus, z. B. Raumwärme)

[143] http://www.sozialestadt.de

- Kampagnen zur Mobilisierung (mit Anreizsystemen)

- *Handlungsfeld: Einführung eines nachhaltigen Flächenmanagements*
  Akteure: Politik, Verwaltung

In dieser Arbeit ist die Brisanz des Flächenverbrauchs und die fehlende Umsetzung eines Flächenrecycling deutlich gemacht worden. Als eine Ursache kann sicherlich ein fehlendes städtebauliches Gesamtkonzept ausgemacht werden, das auch das Flächenrecycling in die Stadtentwicklung und Bauleitplanung einbezieht (Urbanistik 2000).

Nach Selwig können folgende regionale Oberziele[144] für ein nachhaltiges Flächenmanagement aus der spezifischen deutschen Lage heraus aufgestellt werden (Selwig 1999, 63ff.):

1. Jede Region sollte ihre Ressourcenproduktivität um einen bestimmten Faktor X steigern [intragenerative Gerechtigkeit, Effizienz].
2. Jede Region sollte ihren ökologischen Fußabdruck um mindestens 50% bis zum Jahre 2010, also um einen Faktor 2, verringern [intragenerative Gerechtigkeit, intergenerative Gerechtigkeit, Risikovorsorge, Suffizienz, Effizienz].
3. Der weitere Ausbau der städtischen Infrastruktur nach dem traditionellen Muster sollte eingestellt werden [intergenerative Gerechtigkeit].
4. Als quantitatives Ziel für die Entwicklung der Siedlungs- und Verkehrsflächen kann eine schrittweise Rückführung der jährlich in Anspruch genommenen Flächen auf Null bis zum Jahr 2010 formuliert werden. Vom Jahr 2010 an sollten keine Neubelegungen, sondern nur noch Nutzungsänderungen stattfinden (BUND und Misereor 1995) [Suffizienz].
5. Die multifunktionale Flächennutzungen sollte im Siedlungsbereich gefördert werden [intragenerative Gerechtigkeit, Suffizienz, Effizienz].
6. Dem Erhalt des Freiraumes sollte größte Priorität eingeräumt werden, da er im Sinne der Nachhaltigkeit nicht nur Träger unverzichtbarer ökologischer Funktionen darstellt, sondern vielmehr existenzielle ökologische Leistungen für den Gesamtraum bereitstellt (Turowski 1998, 35) [Risikovorsorge].

Fiskalische Steuerungsinstrumente zur Flächensteuerung z. B. in Form einer kombinierten Bodenwert- und Bodenflächesteuer würden dazu führen, dass bisher externalisierbare Kosten dem Verursacher zugeordnet werden, eine umwelt- und raumordnungspolitische Verhaltensänderung beim Abgabepflichtigen erzielt wird und umweltschädliches Verhalten - sofern es nicht vermieden werden kann - zumindest einen Beitrag zur Deckung des umweltpolitischen Finanzbedarfs leistet. Wie eine Ausgestaltung dieser fiskalischen Instrumente aussehen kann, schildert die Arbeit von (Apel et al. 1995, 126f., 295).

- *Handlungsfeld: Nachhaltige Stadtentwicklung*
  Akteure: Kommunen, Politik, Verbände, Unternehmen

Anzustreben ist das Prinzip einer klaren, identifizierbaren stadträumlichen Struktur mit einer ganzheitlichen, lebensweltlichen Auffassung von Wohngebieten, in denen Daseinsbereiche, z. B. Freizeit, Arbeiten etc., in ausreichender Ausgestaltung Berücksichtigung finden. Dazu bedarf es einer sozialräumlichen Gliederung von öffentlichen, halb-öffentlichen, halb-privaten und privaten Zonen. Als Wegweiser könnte die ausschließliche öffentliche Förderung von Vorhaben in innerstädtischer Lage dienen. Nachhaltige Strukturen zeichnen sich darüber hinaus durch einen Charakter der Offenheit aus. Diese offenen Strukturen sollten zukünftig eine flexible Nutzung ermöglichen und leicht veränderbar sein. Dazu ist eine zeitlose, ökologisch und

[144] Aus der zitierten Quelle wurden nur die für die vorliegende Arbeit relevanten Ziele genannt. Ziele zur Land- und Forstwirtschaft wurden folglich nicht berücksichtigt.

qualitativ bewährte Architektur vonnöten, die sich durch eine Hinwendung zum öffentlichen Raum auszeichnet.

Die Kommunen haben eine Vorreiterrolle einzunehmen, um damit ihrer Vorbildfunktion nachzukommen. Ein positives Beispiel bietet die Stadt Wien, wo die Kommune ihre Verantwortlichkeit bei den Käufen und Verkäufen von Grundstücken gerecht wird, um so die Stadtentwicklung aktiv zu gestalten. Als ein weiteres positives Beispiel können auch die Bemühungen z. B. der Stadt Hannover genannt werden, in der das Umweltamt ein sehr weitgehendes Bodenmanagement betreibt. Auch wenn flächendeckende Festschreibungen im B-Plan nicht möglich sind, können z. B. kommunale Leitlinien für den Umgang mit Regenwasser, die Festschreibung von entsprechenden Abfallcontainern innerhalb von Einzelvorhaben etc. durchaus vorgenommen werden.

Anders als die meisten Kommunen hat sich die Stadt Werther in Westfalen entschieden, Grundstücke zu kaufen, um so aktiv gestaltend auf die Stadtentwicklung einzuwirken. Das Neubaugebiet Süthfeld mit seinen 6,3 ha ist ein Musterbeispiel für mögliche behördliche Spielräume. Ein wichtiger Bestandteil war dabei die Ergänzung der Bauleitplanung in der Erarbeitungsphase um die Fachdisziplinen Landschaft, Oberflächenentwässerung und Ökologische Baustoffe. Neben der Vermittlung der ökologischen Zielsetzungen an die Bauherren durch intensive Information von der Vermarktung bis zum Abschluss der Bebauung war die städtische Grundstücksverfügbarkeit eine wichtige Voraussetzung für eine zeitnahe Umsetzung und Absicherung der weitergehenden Bauauflagen. Die Absicherung der zusätzlichen Bauauflagen war nur möglich, da durch den städtischen Erwerb der gesamten Fläche eine privatrechtliche Vertragsgestaltung mit den Käufern möglich war. Interessanterweise stellten sich die über die Festsetzungen des Bebauungsplans hinausgehenden Auflagen nicht als Vermarktungshindernis heraus. Es haben sich im Gegenteil auswärtige Bauinteressenten gezielt gemeldet, die sich für eine Bebauung in einem solchen Umfeld entschieden haben (Werther 1999).

- *Handlungsfeld: Nachhaltige Wasserwirtschaft*
  Akteure: Politik, Kommunen, Haushalte

Nachhaltige Wasserwirtschaft und städtische Entwicklung sind eng verflochtene Handlungs- und Politikfelder, die jedoch ver- und entsorgungstechnisch, planerisch und verwaltungsmäßig häufig noch zu eindimensional ausgerichtet sind. Es sollte zukünftig weniger darum gehen, nach neuen Instrumenten zu suchen oder solche zu entwickeln, sondern darum, das bestehende Instrumentarium im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung besser auszuschöpfen und zu koordinieren. Möglicherweise muss es auch um „Entfeinerungen“ (Sander 1999, 59), d.h. um eine Reduzierung der Regelungsdichte gehen, um einfache und transparente aber handhabbare Strukturen zu schaffen.

Bismuth benennt die Prinzipien einer nachhaltigen Wasserwirtschaft wie folgt:

Regionalitätsprinzip	Die regionalen Lebensräume sind zu schützen, räumliche Umweltexternalitäten sind zu vermeiden.
Integrationsprinzip	Wasser ist als Einheit und in seinem Nexus mit den anderen Umweltmedien zu bewirtschaften. Wasserwirtschaftliche Belange müssen in die anderen Fachpolitiken integriert werden.
Verursacherprinzip	Die Kosten von Verschmutzung und Ressourcennutzung sind dem Verursacher anzulasten.
Kooperations- und Partizipationsprinzip	Bei wasserwirtschaftlichen Entscheidungen müssen alle Interessen berücksichtigt werden. Die Möglichkeit zur Selbstorganisation und zur Mitwirkung bei wasserwirtschaftlichen Maßnahmen ist zu fördern.
Ressourcenminimierungs-prinzip	Der direkte und indirekte Ressourcen- und Energieverbrauch der Wasserwirtschaft ist kontinuierlich zu vermindern.
Vorsorgeprinzip (Besorgnisgrundsatz)	Extremschäden und unbekannte Risiken müssen ausgeschlossen werden.
Quellenreduktionsprinzip	Emissionen von Schadstoffen sind am Ort des Entstehens zu unterbinden.
Reversibilitätsprinzip	Wasserwirtschaftliche Maßnahmen müssen modifizierbar, ihre Folgen reversibel sein.
Integrationsprinzip	Der zeitliche Betrachtungshorizont bei wasserwirtschaftlichen Planungen und Entscheidungen muss dem zeitlichen Wirkungshorizont entsprechen.

(Bismuth et al. 1999, 6)

Eine zukunftsorientierte Abwasserbehandlung in Verdichtungsräumen, die diesen Prinzipien gehorcht (nach Kraut 1995), könnte u.a. wie folgt gestaltet sein.

- Das Dachablaufwasser sollte zentral bzw. dezentral versickern oder in offenen Kanälen den Vorflutern zugeführt werden (Vorteil: Erhebliche Wasserreduzierung im Kanalsystem und in der Kläranlage).
- Es sollten Abscheider an Stelle der gegenwärtigen Sinkkästen entwickelt werden, um den hohen Anteil anorganischer Substanzen (z. B. Streugut des Winterdienstes) sowie die effektive Rückhaltung organischer Abwasserbestandteile aus Haushalten zu erreichen (Vorteil: Fernhalten des Materials aus Kanalsystem und Kläranlage und damit eine verminderte Ablagerung innerhalb der Anlagen und so die Möglichkeit, ggf. auf Vorklärbecken zu verzichten bzw. diese zumindest kleiner dimensionieren zu können, sowie die Möglichkeit des Zurückgewinnens der Substanzen für ein stoffliches Recycling).
- Kanäle mit ovalem Querschnitt hätten den Vorteil, dass bei geringerer Wasserführung bessere hydraulische Transporteigenschaften vorherrschen.
- Die Zuständigkeiten der Kanalnetzbetreiber sollten bis in den Keller der Gebäude ausgeweitet werden. (Vorteil: bessere Überwachung der Grundstücksanschlüsse),
- Eine offene Verlegung der Kanäle an der Kellerdeckeböte den Vorteil, dass Sichtbarkeit die Installationen sichtbar sind.
- Der Einsatz von wassersparenden Technologien in den Haushalten.

- *Handlungsfeld:* *Gebäudesanierung*
  Akteure: *Politik, Kommunen, Unternehmen, Gewerkschaften, Private Haushalte*

Vielfältige Studien haben die ökonomischen, ökologischen und sozialen Vorteile der energetischen Gebäudesanierung im Gegensatz zum energieoptimierten Neubau belegt (Feist 1997, Hassler et al. 1999, Wallbaum et al. 1999). In diesen Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, dass ein engagiertes Wärmeschutzszenario die CO_2- Emissionen deutlich reduziert, die Beschäftigung ankurbelt und die Ressourcen schont.

Dennoch ist die Anzahl der Sanierungsmaßnahmen als sehr unbefriedigend zu bezeichnen, auch wenn die Kreditanstalt für Wiederaufbau ein Investitionsprogramm in Höhe von 2 Mrd. Euro zur Förderung der Wohngebäudesanierung für den Zeitraum von 3 Jahren aufgelegt hat. Diese Mittel reichen jedoch bei weitem nicht aus, um den herrschenden Sanierungsstau aufzulösen. Gerade in den neuen Bundesländern sind darüber hinaus Hilfen notwendig, da die dortigen Unternehmen der Wohnungswirtschaft auf Grund der großen Wohnungsleerstände sehr dünne bzw. keine Finanzdecken mehr haben, so dass Banken kaum noch zur Finanzierung bereit sind.

Des Weiteren muss die Qualität der ausgeführten Maßnahmen kontrolliert werden, was heute nur unzureichend bzw. gar nicht geschieht (Pohl und Horschler 1998, Pohl und Horschler 1999), auch wenn diese Anforderungen z. B. im Zuge eines Fördervorhabens festgeschrieben werden. Dieses Vollzugsdefizit muss aufgelöst werden, damit die erschließbaren Einsparpotentiale nicht durch eine unsachgemäße Ausführung wieder verloren gehen.

- *Handlungsfeld: Gebäudepass, -siegel, -label, -dokumentation*
  Akteure: Politik, Verbände, private Haushalte

Der Gebäudepass dokumentiert die wichtigsten Daten eines Einfamilienhauses zum Zeitpunkt seiner Fertigstellung. Er ist zugleich Bestandteil der Hausakte,[145] mit der dem Bauherrn ein Ordnungsrahmen angeboten wird, um die Zusammenstellung und Aufbewahrung aller Unterlagen einer Immobilie zu erleichtern. Die Hausakte soll nicht nur dabei helfen, die Planungs- und Ausführungsunterlagen beim Bau oder Kauf eines Hauses zu ordnen, sondern auch die wichtigsten Veränderungen im Lebenszyklus des Gebäudes zu dokumentieren. Der Bauherr trägt Verantwortung für sein Eigentum. Die Hausakte bietet ihm hierzu Hilfestellung.

Ein Gebäudelabel in Anlehnung an die Label für ‚weiße Ware-Geräte' würde sicherlich zu einer höheren Transparenz auf dem Markt führen. Diesbezügliche Diskussionen eines vereinheitlichten Standards werden bereits auf unterschiedlichen internationalen politischen Ebenen geführt so z. B. innerhalb der OECD. Positive Erfahrungen kann Dänemark vorweisen, wo bereits am 01. Januar 1997 ein Energielabel für Gebäude[146] eingeführt wurde.

Einen sehr engagierten Beitrag zur Nachhaltigkeitsdiskussion im Baubereich leistete kürzlich das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen mit seiner Vorstellung des „Leitfadens Nachhaltiges Bauen" (BMVBW 2001). Auch wenn dieser Leitfaden in erster Linie ‚nur' als Arbeitshilfe für die Planung, das Bauen, den Betrieb und die Nutzung auf und von Liegenschaften oder Gebäuden des Bundes gedacht ist, gelten die genannten Überlegungen auch für den allgemeinen Wohnungsbau. Neben der auch in der vorliegenden Arbeit herausgearbeiteten Bedeutung eines integrativen, gewerkeübergreifenden Planungsvorgangs, unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte, schließt die Publikation mit einem konkreten Vorschlag der Gestaltung eines Gebäudepasses, der mehr den je notwendige Innovationen in der Wohnungswirtschaft initiieren könnte. Der Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen stellte im Dezember 2001 den Gebäudepass für neu zu errichtende Einfamilienhäuser vor[147]. Die Präsentation erfolgte im Rahmen der Initiative „kostengünstig qualitätsbewusst Bauen", die gemeinsam mit verschiedenen Verbänden im Oktober 2001 gestartet wurde. Die Einführung des Gebäudepasses geschieht auf freiwilliger Basis. Er soll mehr Markttransparenz herstellen und den Verbraucherschutz verbessern.

Auf dem deutschen Markt werden z. Zt. Anstrengungen zur einheitlichen ökologischen Beurteilung von Baustoffen unternommen. Als eine Initiative, die bereits im Jahre 1999 von dem Bundesverband des Deutschen Baustoff-Fachhandels ergriffen wurde, ist hier sicherlich das neue

[145] Hausakte und Gebäudepass gibt es im Internet unter: http://www.kompetenzzentrum-iemb.de

[146] Mehr Informationen sind auf folgender Homepage erhältlich: http://www.sparenergi.dk bzw. http://www.ens.dk

[147] http://www.bmvbw.de/Pressemitteilungen-.361.7478/.htm

internationale Qualitätszeichen ‚ecoNcert' zu nennen.[148] Als Träger dieses Labels wurde Ende April 2001 der ‚Internationale Verein für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen – ecoNcert' gegründet. Dem ecoNcert-Trägerverein gehören Vertreter von Umwelt- und Verbraucherverbänden wie auch starke Handelsorganisationen, Hersteller und unabhängige Prüfinstitute aus Deutschland, Österreich, Italien, der Schweiz, Belgien, den Niederlanden und Luxemburg an.

Der zügigen Entwicklung eines branchenübergreifenden Bewertungsinstrumentes für bestehende und neue Gebäude kommt angesichts der intensiven Diskussion über den Beitrag der Wohngebäude zu Energieeinsparung und Klimaschutz hohe Priorität zu. Das Projekt „Energiepass Initiative Deutschland" der Arbeitsgemeinschaft Energiepass (ARGE) aus Spitzenverbänden und Dachorganisationen der Dämmstoff- und Glasindustrie sowie der deutschen Heizungswirtschaft verfolgt das Ziel, einen bundesweit einheitlichen Energiepass für den Gebäudebestand zu entwickeln und in der Planungs- und Beratungspraxis einzusetzen (ARGE-Energiepass 2000). In der Endstufe soll der Energiepass eine exakte Gebäudezertifizierung ermöglichen und damit auch für Veräußerungen und Miethöhenfestlegungen eine sichere Rechtsgrundlage schaffen.

- *Handlungsfeld: Datenverfügbarkeit*
  Akteure: Politik, Verbände, Unternehmen, Wissenschaft

Die Politik muss sich perspektivisch noch stärker für die Verfügbarkeit von Informationen sowie den Zugang zu Informationen einsetzen. Als eine Maßnahme regten Henseling et al u. a. die Verbesserung des Zugangs zu stoff- und produktbezogenen Umweltdaten und -indikatoren auch im Sinne des UNECE-Übereinkommens (Aarhus-Konvention) an (Henseling et al. 1999). Zu diesem Zweck sollte die Umweltberichterstattung des Statistischen Bundesamtes gemäß den Erfordernissen einer stoff- und produktbezogenen Umweltpolitik weiterentwickelt werden. Einen Schritt in diese Richtung stellt z. B. das IT-Vorhaben ‚Datenbank Ökobilanzen II' des Umweltbundesamtes dar. In diesem Projekt wird eine Internetplattform entwickelt, die es Nutzern ermöglichen soll, Basisdaten für das Umweltmanagement aus dem Umweltbundesamt und von externen Anbietern zu erhalten.

8.3 Zur Wurzel der engagierten Machtlosigkeit

Trotz der vielfältigen dargestellten Handlungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Akteure, muss angesichts bisher eher bescheidener Ergebnisse deren gesellschaftliche und gesellschaftsübergreifende Reichweite hinterfragt werden. Auch bisher gab es engagierte Menschen, die ambitionierte Vorhaben befördern oder umsetzen wollten. Allerdings ohne merklichen Erfolg, wie die in dieser Arbeit dargestellten nationalen und internationalen ökologischen, ökonomischen und sozialen Trends zeigen. Worin aber liegen die Gründe dieser engagierten Machtlosigkeit?

Nach Meinung des Autors sind für diesen Sachverhalt in erster Linie zwei zentrale Punkte verantwortlich, die in gewisser Weise miteinander korrespondieren. Zum einen ist das Ungleichgewicht der einzelnen sogenannten ‚global governance contracts' zu beklagen und zum anderen das ressourcenverzehrende Wirtschaftswachstum auf Grund des nicht nachhaltigen Geldsystems.

Bezogen auf den ersten Punkt kann wenige Monate vor der von vielen mit Spannung erwarteten Rio+10-Nachfolgekonferenz in Johannesburg nur ein sehr ernüchterndes Fazit gezogen werden. Seit Beginn der 90er Jahre entzieht sich die sog. Weltmacht USA ihrer Verantwortung innerhalb aller ‚global governance contracts'. Als Beispiel seien hier nur die Ablehnung von

[148] Weitere Informationen zum Qualitätszeichen ‚ecoNcert' sind unter http://www.econcert.de erhältlich.

internationalen Vereinbarungen etwa zu den Menschenrechten oder das Weltklimaabkommen von Kioto genannt. Darüber hinaus belegen die tagesaktuellen Geschehnisse, dass die Umwelt- und Menschenrechte nicht den gleichen Rang genießen wie die Welthandelsabkommen der World Trade Organization (WTO). Resümierend muss festgehalten werden, dass die Uruguay-Runde von 1995 zur Gründung der WTO als Nachfolgeorganisation der GATT (General Agreement on Tarifs and Trade) über die Umwelt- und Entwicklungskonferenz von Rio im Jahr 1992 ‚gesiegt' hat. Auch wenn sich heute in der Diskussion um ‚global governance' ein partieller ‚bottom-up-Ansatz' abzeichnet, ist dieser jedoch zur Zeit allenfalls als korrektives Element zu betrachten.

Die Schlussfolgerungen dieser Beobachtungen können folglich nur in einem Plädoyer für die Aufwertung der Umwelt- und Menschenrechte münden, die den WTO-Verträgen übergeordnet werden sollten. Dadurch würde auch deutlich, dass ein Stück ‚De-Globalisierung' notwendig ist, um einer weltweiten Demokratisierung zunehmend den Weg zu ebnen.

Ein entscheidender Schritt zur Bearbeitung globaler Umweltprobleme wird voraussichtlich nur gelingen, wenn in naher Zukunft eine globale finanzkräftige Umweltorganisation gegründet wird. So tritt auch der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) in Anlehnung an das Modell der Welthandelsorganisation für die Gründung einer Globalen Umweltorganisation (Global Environmental Organization – GEO) ein (WBGU 2001, 5).

Eine Weiterentwicklung und Verknüpfung von Regelwerken in Bereichen wie WTO, ILO, UNEP, UNESCO etc. im o. g. Sinne in Weltverträgen kann unter der Bezeichnung ‚kohärentes Global Governance System' zusammengefasst werden. Die notwendige Veränderung der weltweiten Ordnungssysteme in Richtung auf eine weltweite öko-soziale Marktwirtschaft sollte sich dabei stark an das europäische Konsensmodell – Wettbewerb in Kombination mit Schutzvorschriften und sozialem Ausgleich – anlehnen (FAW 2002). Dass aber auch die diesbezüglichen Bestrebungen der Europäischen Union noch deutlich optimierungsfähig sind, erkennt diese durchaus selbstkritisch an (EC 2001b). In diesem Papier wird ausdrücklich festgestellt, dass es der Union bisher nicht gelungen ist, das weite Spektrum verfolgter Politiken im Hinblick auf eine ökologische, ökonomische und soziale Nachhaltigkeit zu koordinieren.

Wichtig scheint dem Autor jedoch, sich angesichts der auch in dieser Arbeit deutlich gewordenen Zunahme an ökonomischen, ökologischen und sozialen Problemen weiter mit unserer Geldordnung zu befassen, damit eine nachhaltigere oder zukunftsfähige Wirtschaftsweise erreicht werden kann. Denn andernfalls werden sehr wahrscheinlich auch weiterhin engagierte Vorhaben wie das der Ökologischen Wohnsiedlung Flintenbreite ein Opfer des wirtschaftlichen Wachstumswahns. Gleichwohl stimmt den Autor die Zunahme kritischer Stimmen und die leise zu vernehmende Aufbruchsstimmung in Richtung eines gemeinschaftlichen Handelns hoffnungsvoll, dass weitere Fortschritte auch aus der Summe der kleinteiligen Veränderungen erwachsen werden.

Der Himmel hat den Menschen als Gegengewicht zu den vielen Mühseligkeiten des Lebens drei Dinge gegeben:
die Hoffnung, den Schlaf und das Lachen.

Quelle: Immanuel Kant

9 Verwendete Literatur

Adriaanse, Albert, Stefan Bringezu, Allen Hammond, Youichi Moriguchi, Eric Rodenburg, D Rogisch und Helmut Schütz (1997): Ressource Flows: The Material Basis of Industrial Economies. Washington/USA, World Resource Institute.

Apel, Dieter, Arno Bunzel, Holger Floeting, Dietrich Henckel, Michael J. Henkel, Gerd Kühn, Michael Lehmbrock und Robert Sander (1995): Flächen sparen, Verkehr reduzieren - Möglichkeiten zur Steuerung des Flächenverbrauchs und der Verkehrsentwicklung. Difu - Deutsches Institut für Urbanistik. Nr. 16. Difu-Beiträge zur Stadtforschung, Berlin.

ARGE-Energiepass (2000): Energiepass Initiative Deutschland: Bundeseinheitlicher Energiepass soll Heizkostentransparenz in Neubau und Gebäudebestand bringen. ARGE-Energiepass. Presseinformation, Köln.

B.A.U.M. (2000): Erforschung von Akzeptanzwiderständen bei der Implementierung eines zukunftsorientierten Umweltmanagements in kleinen und mittleren Untermnehmen (KMU). Bundesdeutscher Arbeitskreis für Umweltbewußtes Management Environment Protection AG. BMBF. Endbericht, Hamburg.

Baedeker, Carolin (1997): Flächenintensitätsanalyse von Produkten aus geographischer Sicht - eine praxisbezogene Methodendiskussion. Diplomarbeit. Universität Köln. Geographisches Institut. Köln.

BASF (1997): Verantwortliches Handeln. Bericht zu Umwelt, Sicherheit und Gesundheit, Ludwigshafen.

Bau, K. und Pöpel (1986): “Simultane Stabilisierung und Entseuchung von Abwasserschlämmen durch aerob thermophile Behandlung.” Korrespondenz Abwasser 33 (Heft 11).

Bauwesen, Forschungsvereinigung Recycling und Wertstoffverwertung im (2000): 1. Monitoring-Bericht des Kreislaufwirtschaftsträgers Bau (KWTB), Bremen.

BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung - (1998): Bausteine einer nachhaltigen Raumentwicklung - Forschungen. Heft 88, Bonn.

BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung - (2000): Stadtentwicklung und Städtebau in Deutschland - Ein Überblick. Bonn, Selbstverlag des Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung.

BBR, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung - und Institut für Organisationskommunikation - IFOK (1999): Regionen der Zukunft. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung und Institut für Organisationskommunikation, Bonn/Berlin.

BBR, Bundesamt für Bauwesen und Wohnungsbau - (1999a): Experimenteller Wohnungs- und Städtebau (ExWoSt). Bundesamt für Bauwesen und Wohnungsbau, Bonn.

BBR, Bundesamt für Bauwesen und Wohnungsbau - (1999b): Konzept und Indikatorenprofile für eine indikatorengestützte Erfolgskontrolle. Selbstverlag des Bundesamt für Bauwesen und Wohnungsbau, Bonn.

Behrensmeier, Ralf und Stefan Bringezu (1995): Zur Methodik der volkswirtschaftlichen Materialintensitäts-Analyse: Der bundesdeutsche Verbrauch nach Bedarfsfeldern. Wuppertal Institut. Nr. 46. Wuppertal Papers, Wuppertal.

Bendell, J. (2000): Talking for Change? Reflections on Effective Stakeholder Dialogue.

Bendixen, H.J. (1997): “Anforderungen an die Hygiene und Keimreduktionen in dänischen Biogasanlagen.” Mitgliederrundbrief Fachverband Biogas (11/97).

Beneke, Gudrun, Hille von Seggern (Hg.), Antje Stokman, Sabine Kunst, Ulrike Brüdern und Barbara von Kügelgen (2001): Abwasser als Bestandteil von Stadtlandschaft. Hannover, Universität Hannover.

Bengston, M., M. Lundin und S. Molander (1997): Life Cycle Assessment of Wastewater Systems - Case studies of Conventional Wastewater Treatment, Urine Sorting and Liquid Composting in Three Swedish Municipalities. Department of Technical Environmental Planning, Chamers University of Technology, Göteborg, Sweden.

Bergmann, Eckhard, Hans-Peter Gatzweiler, Helmuth Güttler, Horst Lutter, Mechthild Renner und Claus-C. Wiegand (1996): "Nachhaltige Stadtentwicklung - Herausforderungen an einen ressourcenschonenden und umweltverträglichen Städtebau." Informationen zur Raumentwicklung (Heft 2/3).

Berkhout, F., N.N., N.N. und N.N. (2001): Measuring the Environmental Performance of Industry (MEPI). Final Report, Sussex.

Bethge, Philip (2000): "Raubbau an Mutter Natur." Der Spiegel (51/2000).

BfLR, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung - (1995): Raumordnungsprognose 2010 - Die künftige Haushalts-, Wohnungs- und Wohnbaulandentwicklung in den Regionen Deutschlands. Heft 74. Materialien zur Raumentwicklung, Bonn.

Biehler, Hermann (1999): Stadtverträglichkeit und Nachhaltigkeit von Flächennutzungen - ein indikatorengestütztes Analyse-Instrument für die vorbereitende Bauleitplanung. Indikatorensysteme für eine nachhaltige Entwicklung in Kommunen, 8.-9. Februar 1999, Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik.

Birkmann, Jörg, N.N., N.N. und N.N. (Hrsg.) (1999): Indikatoren für eine nachhaltige Raumplanung - Methoden und Konzepte der Indikatorenforschung. Universität Dortmund, Dortmund.

Bischoff, Ariane, Klaus Selle und Heidi Sinnig (1995): Informieren, Beteiligen, Kooperieren: Kommunikation in Planungsprozessen. Eine Übersicht zu Formen, Verfahren, Methoden und Techniken. Dortmund, Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur.

Bismuth, Christine, Oliver Harms, Walter Kahlenborn, Peter Kessler, Andreas Kraemer, Mathias Lüdecke, Hans Volker Neidhart und Sander Robert (1999): Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland - Zusammenfassung und Diskussion. Umweltbundesamt. Texte, Berlin.

BKI (1999): BKI Baukosten 1999. Stuttgart, Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern.

BMU (1998): Entwurf eines umweltpolitischen Schwerpunktprogramms. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn.

BMU (Hrsg.) (2000): Umweltbewusstsein in Deutschland - Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Umweltforschungsplan des BMU, Förderkennzeichen 299 11 132. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.

BMVBW (2001): Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin.

BMZ (2001): Armutsbekämpfung - eine globale Aufgabe. Aktionsprogramm 2015: Der Beitrag der Bundesregierung zur weltweiten Halbierung extremer Armut. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, BMZ-Materialien Nr. 106, Berlin.

Boermans-Schwarz, Thomas (1998): Materialintensitäts-Analyse von Anlagen zur Nutzung von Regenwasser im Haushalt im Kontext einer nachhaltigen Wasserwirtschaft. Diplomarbeit. Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal. Sicherheitstechnik. Wuppertal.

Boeser, Christian, Thomas Schörner und Dirk Wolters (2000): Kinder des Wohlstands - Auf der Suche nach neuer Lebensqualität. Frankfurt, Verlag für akademische Schriften.

Born, M. (1997a): Indikatoren zur Nachhaltigen Entwicklung. Konzepte, Prinzipien, Kriterien. Bremen.

Born, Manfred (1997b): Handlungsleitfaden zur Entwicklung eines kommunalen Nachhaltigkeitsindikatorensystems im Rahmen der lokalen Agenda 21. Bremen.

BRBS (1996): Normalherstellungskosten 1995. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bundesanzeigerverlag, Bonn.

Bringezu, Stefan (1999): Die Berücksichtigung von intra- und transregionalen Stoffflüssen als Voraussetzung für ein nachhaltiges Ressourcenmanagement. Perspektiven der Raum- und Umweltplanung angesichts Globalisierung, europäischer Integration und nachhaltiger Entwicklung. Ulrike Weiland. Berlin, Verlag für Wissenschaft und Forschung.

Bringezu, Stefan und Helmut Schütz (1996): Der ökologische Rucksack des Ruhrgebiets - Ein Vergleich mit Nordrhein-Westfalen und der Bundesrepublik Deutschland. Wuppertal Institut. Wuppertal Pares Nr. 61, Wuppertal.

Brix, H. (1998): How 'Green' are constructed Wetland Treatment Systems? 6th International Conference on Wetland Systems for Water Polution Control, Brazil.

Brohmann, Bettina, Martin Cames und Anke Herold (2000): Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten. Band 1: Private Haushalte. Öko-Institut. 204 01 120. Forschungsbericht im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Darmstadt, Berlin, Freiburg.

BUND und Misereor (Hrsg.) (1995): Zukunftsfähiges Deutschland. Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1997): Waldzustandsbericht der Bundesregierung 1997, Ergebnisse der Waldschadenserhebung, Bonn.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.) (1997): Lokale Agenda 21. Stand und Perspektiven der Umsetzung von Kapitel 28 in Deutschland. Übersicht über internationale Programme und Strategien. Schriftenreihe, Heft 499, Bonn.

Bundesregierung, Österreichische (Hrsg.) (1993): Nationaler Umweltplan, Wien.

Bundestag, Deutscher (Hrsg.) (1997): Antrag zur Erstellung eines nationalen Umweltplans der Fraktion Bündnis 90/Die Grünen. BT-Drucksache 13/7884, Bonn.

CEFIC, European Chemical Industry Council - (1998): Responsible Care - Health, Safety and Environmental reporting guidelines. European Chemical Industry Council, Bruxelles.

Creutz, Helmut (2001): Das Geld-Syndrom - Wege zu einer krisenfreien Wirtschaftsordnung. München, Econ.

Dalkmann, Holger (2001): Strategic Environmental Assessment (SEA) - A Comprehensive Approach for Transport Planning. Seminar on Integrated Transport Planning, 21.-22. April 2001, Beijing, China.

Damrath, Helmut und Klaus Cord-Landwehr (1992): Wasserversorgung. Stuttgart, Teubner.

Diefenbacher, H., H. Karcher, Carsten Stahmer und V. Teichert (1997): Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung im regionalen Bereich - ein System von ökologischen, ökonomischen und sozialen Indikatoren, Heidelberg.

Diefenbacher, Hans, Dorothee Dümig, Volker Teichert und Stefan Wilhelmy (2000): Leitfaden Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21. Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft e.V., Heidelberg.

DIN (Hrsg.) (1999): Umweltmanagement. Umweltleistungsbewertung. Leitlinien - ISO 14031. Deutsches Institut für Normung. Deutsche Fassung EN ISO 14031, Berlin.

DIW (2002): Die ersten Ergebnisse der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung für die Bundesrepublik Deutschland für das vierte Quartal 2001. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin.

Dudenredaktion, Wissenschaftlicher Rat der (Hrsg.) (1997): Duden Bd. 7 - Etymologie: Herkunftswörterbuch der deutschen Sprache. Dudenverlag. Der Duden in 12 Bänden. Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich.

EC (Hrsg.) (2001a): Mitteilung der Kommission. Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung (Vorschlag der Kommission für den Europäischen Rat in Göteborg). KOM(2001)264 endgültig, Brüssel.

EC (2001b): Nachhaltige Entwicklung in Europa für eine bessere Welt: Strategie der Europäischen Union für die nachhaltige Entwicklung. Europäische Kommission. KOM(2001)264. Vorschlag der Kommission für den Europäischen Rat der Göteborg, Brüssel/Belgien.

EC (Hrsg.) (2001c): Promoting a European framework for Corporate Social Responsibility. European Commission. Green Paper, COM (2001) 366 final, Brussels.

EEA, European Environment Agency - (1995): Die Umwelt in der Europäischen Union 1995 - Bericht zur Überprüfung des Fünften Umwelt-Aktionsprogramms der Europäischen Union. European Union, Copenhagen.

EEA, European Environment Agency - (1999): A Draft Set Proactive of Proactive Sustainability Indiacators. Report of the Conference, October 1999, Copenhagen, European Union.

Enquete-Kommission (Hrsg.) (1993): Verantwortung für die Zukunft - Wege zum nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und Umwelt" des 12. Deutschen Bundestages, Bonn.

Enquete-Kommission (Hrsg.) (1997): Konzept Nachhaltigkeit - Fundamente für die Gesellschaft von morgen. Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und Umwelt" des 13. Deutschen Bundestages, Bonn.

Enquete-Kommission (Hrsg.) (1998): Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung. Enquete-Kommission "Schutz des Menschen und Umwelt" des 13. Deutschen Bundestages, Bonn.

Environment, Department of the (Hrsg.) (1996): Indicators of Sustainable Development for the United Kingdom. A publication of the Government Statistical Service, London.

EU (2001): Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme. Europäische Union, Brüssel.

Eurostat, Statistical Office of the European Communities - (Hrsg.) (1997): Indicators of Sustainable Development. A pilot study following the methodology of the United Nations Commission on Sustainable Development. European Communities. European Communities, Luxembourg.

Ewen, C., F. Ebinger, C.-O. Gensch, R. Grießhammer, C. Hochfeld und V. Wollny (1997): Hoechst Nachhaltig. Sustainable Development - Vom Leitbild zum zum Werkzeug. Öko-Institut, Freiburg im Breisgau.

Eyrer, Peter (Hrsg.) (1996): Ganzheitliche Bilanzierung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Faechem, R. G. und D. J. Bradley (1983): Sanitation and Disease - Health Aspects of Excreta and Wastewater, J. Wiley and Sons.

Faktor-10-Club (Hrsg.) (1994): Carnoules Declaration, Carnoules/Frankreich.

FAO, Food and Agriculture Organisation - (1996): Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action. World Food Summit, 13. November 1996, Rome.

FAW (2002): Management von nicht-explizitem Wissen: Noch mehr von der Natur lernen. Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung. Abschlußbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Ulm.

Feist, Wolfgang (1997): Maßnahmen, Kosten und sachgerechte Ansätze für eine energetische Ertüchtigung der Gebäude des Bestandes. Nachhaltige Baupolitik zwischen Ökologie und Ökonomie, Bonn, Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau.

Fleck, Rüdiger, Martin Oldenburg, Ralf Otterpohl, Iris Reese und Ekhard Warnemünde (1999): Planungsgrundlagen für die ökologische Wohnsiedlung Flintenbreite (Paul-Gerhard-Straße), Lübeck. infranova GmbH. Abschlußbericht, Lübeck.

Force, Environment-Water Task (1998): Freshwater - A Challenge for Research and Innovation. European Commission - DG XII. EUR 18098 EN, Brussels.

Franke, Thomas (2002): Aktivierung und Beteiligung im Rahmen des Programms 'Soziale Stadt'. Soziale Stadt. info 7. Februar 2002.

Freund, Margitta (2001): “Minderheiten in Vauban - alte und ältere Leute.” Vauban actuel (4/01).

Frischknecht, Rolf, Peter Gresch und Georg Hörning (2001): Methoden der Bewertung von Umwelttechnik. ETH Zürich, Studiengang Umweltnaturwissenschaften. Vorlesungsmanuskript Sommersemester 2001, Zürich.

Fritsche, Uwe, F.C. Matthes, L. Rauch und K.-H. Simon (1994): Umweltwirkungsanalyse von Energiesystemen: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Version 2.1, Aktualisierter und erweiteter Endbericht. Öko-Institut, Darmstadt, Freiburg, Berlin, Kassel.

Fritsche, Uwe, L. Rauch und K.-H. Simon (1989): Umweltwirkungsanalyse von Energiesystemen: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS), Endbericht. Öko-Institut, Darmstadt, Kassel.

FUE (1997): Wie zukunftsfähig ist Deutschland? Entwurf eines alternativen Indikatorensystems. Forum Umwelt und Entwicklung, Arbeitskreis Indikatoren des Forum Umwelt und Entwicklung, Bonn.

Fürtjes, H.-J. (1982): Das Gestaltungspotential von Instrumenten der empirischen Wirtschafts- und Sozialforschung. Köln.

Fussler, Claude (1996): Driving Eco-Innovation - a breakthrough discipline for innovation and sustainability. London???

Future (1999): Kriterien für nachhaltiges Wirtschaften: eine Checkliste für Unternehmen. future e.V. - Umweltinitiative von Unternehme(r)n unter Mitwirkung von Sabine Braun, Bonn und dem Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Hannover und Berlin, München.

Ganser, Karl (2001): “Der Rückbauplan.” Politische Ökologie (71).

Gege, Maximilian (Hrsg.) (1997): Kosten senken durch Umweltmanagement : 1000 Erfolgsbeispiele aus 100 Unternehmen. Vahlen, München.

Gemeindetag, Deutscher (1968): Soll unsere Landschaft weiter zerstört werden? Bonn-Bad Godesberg, Schriften des Deutschen Gemeindetages.

Gesell, Silvio (1931): Die natürliche Wirtschaftsordnung durch Freiland und Freigeld. Hochheim, Kreis Erfurt, Stirn Verlag Hans Timm.

Gestring, Norbert, Hartwig Heine, Rüdiger Mautz, Hans-Norbert Mayer und Walter Siebel (1997): Ökologie und urbane Lebensweise - Untersuchungen zu einem anscheinend unauflöslichen Widerspruch. Braunschweig, Wiesbaden, Vieweg.

Gray, John (1999): Die falsche Verheissung - Der globale Kapitalismus und seine Folgen. Berlin, Alexander Fest.

GRI (1999): Leitfaden für Nachhaltigkeitsberichte: Öffentlicher Entwurf zur Kommentierung und für Pilotversuche. Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) im Auftrag der Global Reporting Initiative, Boston.

Hagendorf, U. und J. Hahn (1994): Untersuchungen zur umwelt- und seuchenhygienischen Bewertung naturnaher Abwasserbehandlungssysteme. Umweltbundesamt. UBA-Texte 60/94, Berlin.

Hahn, Tilman, Walter Jäger und Carlo Schiuma (1998): Lebenselement Wasser: Qualitätskriterien der Wasserversorgung - Reinigung von Abwasser. Stuttgart, Leipzig, Hirzel.

Hansen, Peter (2001): Die soziale Komponente des Nachhaltigkeitsleitbildes im Bereich Wohnen. Nachhaltiger Konsum - Forschung und Praxis im Dialog. Ursula Hansen und Ulf Schrader. Frankfurt a.M., New York, Campus Verlag.

Hansen, Ursula und Ulf Schrader (Hrsg.) (2001): Nachhaltiger Konsum - Forschung und Praxis im Dialog. Campus Verlag, Frankfurt a.M., New York.

Hassler, Uta, Niklaus Kohler und Wilfried Wang (Hrsg.) (1999): Umbau: Über die Zukünfte des Baubestandes. Wasmuth, Tübingen, Berlin.

Hauff, Volker (Hrsg.) (1987): Unsere gemeinsame Zukunft - Der Bericht der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (Brundtland Bericht). Eggenkamp.

Hauschild, M. und H. Wenzel (1998): Environmental Assessment of Products. Vol. 2: Scientific background. London, Chapman & Hall.

Heijungs, R., J.B. Guinée, G. Huppes, R.M. Lankreijer, H.A. Udo de Haes, A. Wegener Sleeswijk, A.M.M. Anserms, P.G. Eggels, R. van Duin und H.P. de Goede (1992a): Environmental Life Cycle Assessment of Products: Backgrounds. CML, Leiden University. Report Nr. 9267, Leiden/The Netherlands.

Heijungs, R., J.B. Guinée, G. Huppes, R.M. Lankreijer, H.A. Udo de Haes, A. Wegener Sleeswijk, A.M.M. Anserms, P.G. Eggels, R. van Duin und H.P. de Goede (1992b): Environmental Life Cycle Assessment of Products: Guide. CML, Leiden University. Report Nr. 9266, Leiden/The Netherlands.

Hein, Eva und Tobias Saulich (2001): Wie viel Umwelt wiegt ein Bürogebäude? Diplomarbeit. Fachhochschule Lippe. Fachbereich Bauingenieurwesen. Lippe.

Henseling, Christine, Ulrike Eberle und Rainer Grießhammer (1999): Soziale und ökonomische Nachhaltigkeitsindikatoren. Öko-Institut. Studie, Freiburg.

Hille, John (1998): The Concept of Environmental Space. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

Hinterberger, Fritz (1997): Sustainability: Physische und monetäre Größen im Zusammenspiel von Gesellschaft, Wirtschaft und Natur. Wuppertal Institut, Wuppertal.

Hofmeister, Sabine und Karl-Hermann Hübler (1990): Stoff- und Energiebilanzen als Instrument der räumlichen Planung. Hannover, Akademie für Raumordnung und Landesplanung.

Homann, Karl (1996): Unternehmensethik und Korruption. Ingolstadt, (unveröffentlichtes Manuskript).

Hotzan, Jürgen (1997): dtv-Atlas Stadt - Von den ersten Gründungen bis zur modernen Stadtplanung. München, Deutscher Taschenbuchverlag.

Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg und K. Maskell (1995): Climate Change 1994 - Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Houghton, J.T., L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg und K. Maskell (1996): Climate Change 1995 - The science of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Houghton, J.T., G.J. Jenkins und J.J. Ephraums (Hrsg.) (1990): Climatic Change - the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Hübler, Karl-Hermann (1978): Grenzen des Landschaftsverbrauchs: Thesen zum Schwerpunktthema. UmweltForum 1978: Grenzen des Landschaftsverbrauchs, Bonn, Arbeitsgemeinschaft für Umweltfragen.

Hübler, Karl-Hermann (1990): Naturhaushaltswirtschaft - Ein Aufgabenfeld der Raumplanung? Aktuelle Aspekte der Regionalplanung. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover.

Hübler, Karl-Hermann (1997): Zum Stand der Diskussion einer nachhaltigen Raum- und Regionalentwicklung in Deutschland. Bausteine für nachhaltige Raumentwicklung in Brandenburg und Berlin. Karl-Hermann Hübler und Ulrike Weiland. Berlin, Verlag für Wissenschaft und Forschung.

Huijbregts, M.A.J. (1999a): Ecotoxicological effect factors for the terrestrial environment in the frame of LCA. Interfaculty Department of Environmental Science, Faculty of Environmental Science, University of Amsterdam, Amsterdam.

Huijbregts, M.A.J. (1999b): Priority Assessment of Toxic Substances in the frame of LCA. Development and application of the multi-media fate, exposure and effect model USES-LCA. Interfaculty Department of Environmental Science, Faculty of Environmental Science, University of Amsterdam, Amsterdam.

Hund, G., N.N., N.N. und N.N. (2001): Communication and Stakeholder Involvement Guidebook for Cement Facilities.

IFOK, Institut für Organisationskommunikation - (Hrsg.) (1997): Bausteine für ein zukunftsfähiges Deutschland: Diskursprojekt im Auftrag von VCI und IG Chemie-Papier-Keramik. Gabler, Wiesbaden.

INFRAS, ECONCEPT und PROGNOS (1996): Die vergessenenen Milliarden. Externe Kosten im Energie- und Verkehrsbereich, Bern, Stuttgart, Wien.

Institut, Katalyse (Hrsg.) (1993): Das Umweltlexikon, Köln.

Keffer, Chuck, Rob Shimp und Markus Lehni (1999): Eco-Efficiency Indicatros & Reporting: Reporton the Status of the Project's Work in Progress and Guideline for Pilot Application. WBCSD Working Group on Eco-Efficiency Metrics & Reporting, Genva.

Kennedy, Declan und Margrit Kennedy (Hrsg.) (1998): Handbuch ökologischer Siedlungs(um)bau: Neubau- und Stadterneuerungsprojekte in Europa. Europäische Akademie für Städtische Umwelt in Berlin und Ökozentrum NRW in Hamm. Dietrich Reimer Verlag, Berlin.

Kennedy, Margrit (1992): Geld ohne Zinsen und Inflation - Ein Tauschmittel das jedem dient. München, Goldmann.

Kennedy, Margrit und Doris Hass-Arndt (2001): Ökologisches Bauen - Vom linearen Modell zum Kreislauf-Modell. Nachhaltiger Konsum - Forschung und Praxis im Dialog. Ursula Hansen und Ulf Schrader. Frankfurt a.M., New York, Campus Verlag.

Klingert, Sonja, Holger Wallbaum, Fritz Hinterberger, Joachim Spangenberg und Siegfried Leittretter (1998): Schafft Umweltschutz Beschäftigung? Literaturstudie und Bewertung aktueller Forschungsergebnisse. Hans Böckler Stiftung, Wuppertal Institut. HBS-Manuskripte 253, Düsseldorf, Wuppertal.

Kocsis, Gabriela (1993): Wasser nutzen, verbrauchen oder verschwenden? Neue Wege zu einem schonenden und sparsamen Umgang mit Wasser und einer naturnahen Abwasserreinigung. Karlsruhe, Müller.

Kohler, Niklaus (1998): Stand der Ökobilanzierung von Gebäuden und Gebäudebeständen. Institut für industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe, Karlsruhe.

Kohler, Niklaus, K. Altmann und W. Baumgartner (1994): Energie- und Stoffflussbilanzen von Gebäuden während ihrer Lebensdauer: Schlussbericht. Bundesamt für Energiewirtschaft, Ecole Polytechnique Fédérale, Lausanne, Institut für Industrielle Bauproduktion, Karlsruhe, Bern.

Kohler, Niklaus und Uta Hassler (1999): Stoffströme und Kosten in den Bereichen Bauen und Wohnen. Berlin, Springer.

Kohler, Nikolaus (2000): Ganzheitliche Definition von Anforderungen als Grundlage für Nachhaltiges Bauen. Häuser für das 21. Jahrhundert - Handbuch für Bauherren, Architekten und Planungsteams. Runder Tisch CO_2-Reduzierung der Stadt Osnabrück. Osnabrück, Secolo.

Köhler, R. (1987): Informationen für die strategische Planung von Produktinnovationen. Distributionspolitik. Festgabe für Edmund Sundhoff zum 75. Geburtstag. F. Klein-Blenkers. Köln.

Koscielny, Jörg und Wilfried Möller (2000): Häusliche Kleinkläranlagen und deren Einfluß auf das Grundwasser. 12. Kolloquium und Fortbildungskurs zur Abwasserwirtschaft, Hamburg, Gesellschaft zur Förderung und Entwicklung der Umwelttechnologien an der TU Hamburg-Harburg e.V.

Kraut, Kh. (1995): "Kommunale Abwasserbehandlung in der Zukunft." Korrespondenz Abwasser (8).

Kuckarz, Udo und Anke Rheingans (2000): Konzept Nachhaltigkeit aus der Perspektive der Bevölkerung - Resultate einer empirischen Studie. Strategien der Popularisierung des Leitbildes Nachhaltige Entwicklung aus sozialwissenschaftlicher Perspektive. Bd. II. UNESCO-Verbindungsstelle im Umweltbundesamt. Berlin, Umweltbundesamt.

Kuhndt, Michael, Justus von Geibler und Andre Eckermann (2002): Developing a Sectoral Sustainability Indicator Set taking a Stakeholder Approach. A paper to be presented at the 10th International Conference of the Greening of Industry Network 23-26 June 2002, Göteborg, Schweden.

Kuhndt, Michael und Christa Liedtke (1999): COMPASS - Die Methodik. Wuppertal, Wuppertal Institut.

Lange, Jörg und Ralf Otterpohl (1997): Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft. Donaueschingen-Pfohren, Mall-Beton-Verlag.

Lass, Wiebke und Fritz Reusswig (1999): Strategien der Popularisierung des Leitbildes 'Nachhaltige Entwicklung' aus sozialwissenschaftlicher Sicht. 5. UBA-Fachgespräch zur sozialwissenschaftlichen Umweltforschung vom 18.-20.3.1999, Berlin, Umweltbundesamt.

Leber, Ute (2001): Das betriebliche Aus- und Weiterbildungsverhalten im ostdeutschen Baugewerbe. Gebäudesanierung - Eine Chance für Klimaschutz und Arbeitsmarkt, Magdeburg, Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt, Landesverband Sachsen-Anhalt.

Lehn, Helmut, Magdalena Steiner und Hans Mohr (1996): Wasser - die elementare Ressource: Leitlinien einer nachhaltigen Nutzung. Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest, Hong Kong, London, Mailand, Paris, Santa Clara, Singapur, Tokio, Springer.

Lehni, Markus (1998): Eco-efficiency metrics and reporting: State-of-play report. ???

Leser, H. und H.J. Klink (Hrsg.) (1988): Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Bd. 228, Trier.

Liedtke, Christa und Holger Rohn (1997): Zukunftsfähiges Unternehmen (1): Öko-Audit und Ressourcenmanagement bei der Kambium Möberwerkstätte GmbH. Wuppertal, Wuppertal Institut.

Lietaer, Bernhard A. (1999): Das Geld der Zukunft - Über die destruktive Wirkung des existierendes Geldsystems und die Entwicklung von Komplementärwährungen. Gütersloh, Riemann.

Lintz, Gerd, Clemens Deilmann und Ruth Böhm (1999): Energiebedingte externe Kosten des Bauens und Wohnens. Institut für ökologische Raumentwicklung. IÖR Texte 122, Dresden.

Linz, Manfred (2000): Wie kann geschehen, was geschehen muß? Ökologische Ethik am Beginn dieses Jahrhunderts. Wuppertal, Wuppertal Institut.

Löhr, Rolf-Peter (1996): “Städtebaulicher Bericht der BfLR "Nachhaltige Stadtentwicklung" - erste Anmerkungen aus kommunalwissenschaftlicher Sicht.” Informationen zur Raumentwicklung (Heft 2/3).

Lundin, Margareta (1999): Assessment of the Environmental Sustainibility of Urban Water Systems. Department of Technical Environmental Planning, Chamers University of Technology. PhD, Göteborg, Sweden.

Mäding, Heinrich (2000): Wanderungsprozesse - Herausforderungen für die Wohnungswirtschaft und die Städte. Deutsches Institut für Urbanistik. Aktuelle Information, Berlin.

MASSKS (1999): Nachhaltige Stadtentwicklungsprojekte umsetzen: Landesweiter Wettbewerb 1998 in Nordrhein-Westfalen. Ministerium für Arbeit, Soziales und Stadtentwicklung, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen (MASSKS). 1999 MASSKS 1158. Broschüre, Düsseldorf.

Mayntz, R., K. Holm und P. Hübner (1972): Einführung in die Methoden der empirischen Soziologie. Opladen.

Meadows, D., D. Meadows und J. Randers (1992): Die neuen Grenzen des Wachstums. Stuttgart, DVA.

Meadows, D., D. Meadows, J. Randers und W. Behrens (1973): Die Grenzen des Wachstums. Stuttgart, DVA.

Michael, Klaus (2000): Fehler an Niedrigenergie-Häusern. Häuser für das 21. Jahrhundert - Handbuch für Bauherren, Architekten und Planungsteams. Runder Tisch CO_2-Reduzierung der Stadt Osnabrück. Osnabrück, Secolo.

Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (Hrsg.) (1993): National Environmental Policy Plan 2.

Münzing, T. und P. Zollinger (2001): Kritische Stakeholder einbinden. Sustainability Agenda. Nachhaltigkeitskommunikation für Unternehmen und Institutionen. G. Schönborn und A. Steinert. Neuwied.

Nawrocki, Joachim (2000): Die Saurier und die Marktwirtschaft: Wie lange kann die Wirtschaft wachsen - 1000, 2000 oder 200000 Jahre? Die Welt. 5.8.2000, Hamburg.

Nordic-Council-of-Ministers (Hrsg.) (1998): Environmental Improvement in Product Chains.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development - (Hrsg.) (1997): Sustainable Development. OECD Policy Approaches for the 21st Century. Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD, Paris.

OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development - (Hrsg.) (1998): Towards Sustainable Development. Environmental Indicators. Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD, Paris.

OECD/DAC (1996): Das 21. Jahrhundert gestalten: Beitrag zur Entwicklungszusammenarbeit. Development Assistance Commitee der OECD, Paris.

Oldenburg, Arbeitsgruppe Lokale Agenda 21 der Carl von Ossietzky Universität (1998): Auf dem Weg zu einem zukunftsfähigen Ganderkesee - Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung der Gemeinde. Oldenburg, Institut für Politikwissenschaften II der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

Otterpohl, Ralf und Martin Oldenburg (1998): Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen in urbanen Siedlungsstrukturen. Wasserwirtschaft in urbanen Räumen - Anforderungen und Lösungsansätze zur Nachhaltigkeit, UTECH Berlin '98, Berlin.

Pohl, Wolf-Hagen und Stefan Horschler (1998): Bausubstanz erhalten und gestalten. Abteilung Bauphysik und Baustoffkunde am Institut für Bautechnik und Entwerfen im Fachbereich Architektur an der TU Hannover. Manuskript eines Vortrages bei der Firma Caparol, Hannover.

Pohl, Wolf-Hagen und Stefan Horschler (1999): “Energieeffiziente Gebäude in konventioneller Bauweise.” Deutsche BauZeitschrift (12).

Popper, Karl R. (1992): Die offene Gesellschaft und ihre Feinde. Tübingen.

Pötter, Bernhard (2000): Die Zivilisation ist bedroht. die tageszeitung. das taz-Gespräch. 1. September 2000, Berlin.

Raach, Claus, Hubert Wiggering und Stefan Bringezu (1999): “Stoffflußanalyse Abwasser - eine Abschätzung der Substanzflüsse deutscher Kläranlagen.” Vom Wasser (92).

Rammner, Peter (1989): “Seit 1960 investierte die öffentliche Wasserversorgung 50 Mrd. DM.” GWF (10).

Reckerzügl, Thorsten (1997): Vergleichende Materialintensitäts-Analyse zur Frage der zentralen oder dezentralen Abwasserbehandlung anhand unterschiedlicher Anlagenkonzepte. Diplomarbeit. Universität-Gesamthochschule-Pasderborn, Abteilung Höxter. Fachbereich Technischer Umweltschutz, Fachrichtung Wasser- und Abwassertechnologie. Höxter.

Reckerzügl, Thorsten und Stefan Bringezu (1998): “Vergleichende Materialintensitätsanalyse verschiedener Abwasserbehandlungssysteme.” GWF (Nr. 11).

Rennings, Klaus (1994): Indikatoren für eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung. Münster.

Riedel, Anne (1999): Die Städte werden immer unwirtlicher. Frankfurter Rundschau. Aus aller Welt. 27. November 1999, Frankfurt a. M.

Rifkin, Jeremy (2000): Access - Das Verschwinden des Eigentums: Warum wir weniger besitzen und weniger ausgeben werden, Campus Verlag.

Rohn, Holger, Carolin Baedeker und Christa Liedtke (2001): Zukunftsfähige Unternehmen (7). SAFE - Sustainability Assessment For Enterprises - die Methodik. Wuppertal.

Sander, Robert (1999): Nachhaltige Wasserwirtschaft und städtische Entwicklung. Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland - Zusammenfassung und Diskussion. Umweltbundesamt. Berlin, Umweltbundesamt.

Schmidt-Bleek, Friedrich (1993): Ohne De-Materialisierung kein ökologischer Strukturwandel. Wuppertal Institut, Wuppertal.

Schmidt-Bleek, Friedrich (1994a): Gedanken um eine neue Dimension des Umweltschutzes. Wuppertal Institut, Wuppertal.

Schmidt-Bleek, Friedrich (1994b): Wieviel Umwelt braucht der Mensch? MIPS - Das Maß für ökologisches Wirtschaften. Berlin, Basel, Boston, Birkhäuser Verlag.

Schmidt-Bleek, Friedrich (Hrsg.) (1998): MAIA - Einführung in die Materialintensität-Analyse nach dem MIPS-Konzept. Wuppertal Institut, Wuppertal.

Schneidmadl, Joachim (2001): Ökologischer Vergleich von Abwassersystemen. Diplomarbeit. Fraunhofer ISI. Karlsruhe.

Schneidmadl, Joachim, Thomas Hillenbrand, Eberhard Böhm und Jörg Lange (1999): "Vergleich der Stoffflüsse von Abwasserkonzepten mit und ohne Teilstrombehandlung." Wasser und Boden 51 (Nr. 11).

Schnell, Rainer, Paul B. Hill und Elke Esser (1988): Methoden der empirischen Sozialforschung. München, Wien, Oldenbourg.

Schultmann, Frank und Otto Rentz (1999): "Stoffstrommanagement für Baureststoffe aus dem Hochbau." Müll und Abfall (4).

Seattle, Sustainable (1993): Indicators of Sustainable Community. A report to Citizens on long-term trends in our community. Excerpt, Seattle.

Selle, Klaus (1996): Was ist bloß mit der Planung loß? Erkundungen auf dem Weg zu kooperativen Handeln. Dortmund, Kolander & Pogel GbR.

Selwig, Lars H. (1999): Nachhaltige Regionalentwicklung: Nor-Süd-Gerechtigkeit und Flächenmanagement in der Regionalplanung. Berlin, Verlag für Wissenschaft und Forschung.

SIA (1995): Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Dokumentation Nr. D 0123, Zürich.

Siebigs, H.-K. (1973): Die Beteiligung der Träger öffentlicher Belange bei der Bauleitplanung und ihre Überprüfung im Genehmigungsverfahren. Aachen.

Spangenberg, Joachim H. (1995): Towards Sustainable Europe. A Study from the Wuppertal Institute for Friends of the Earth Europe, Luton/Brussels.

Spangenberg, Joachim H., Stefanie Pfahl und Kerstin Deller (1999): Elaboration of Institutional Indicators for Sustainable Development. A Research Project of the Wuppertal Institute for the German Federal Environment Agency (UBA). UBA Research Project No. 29812140, Wuppertal, Berlin.

SRU, Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen - (1978): Umweltgutachten 1978. Deutscher Bundestag. Bundestags-Drucksache 8, Bonn.

Stark, Susanne (1999): Implementation der Lokalen Agenda 21 in Verwaltungshandeln am Beispiel Energie. Dissertation. Universität Dortmund. Raumplanung. Dortmund.

Szerenyi, T. (1999): Zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit und nachhaltiger Entwicklung, Köln.

Teichert, Volker (1996): Perspektiven sozial-ökologischer Forschung. Düsseldorf.

Teichert, Volker, Carsten Stahmer, H. Karcher und H. Diefenbacher (1997): "Quadratur des Kreises. Ökologische, ökonomische und soziale Indikatoren für Nachhaltiges Wirtschaften." Politische Ökologie.

Treber, Manfred (1999): Klima - Grundsteine für den Erfolg gelegt. Deutschland-Rundbrief des Deutschen Naturschutzringes. 11&12/99. Dezember 1999.

Turowski, Gerd (1998): Aspekte einer nachhaltigen Flächennutzung in Deutschland. Nachhaltige Raumentwicklung - Szenarien und Perspektiven für Berlin-Brandenburg. ARL - Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover.

Umweltbundesamt (1997): Nachhaltiges Deutschland - Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Berlin, Erich Schmidt.

UN (2001): Programme of Action for the Least Developed Countries. United Nations. Adopted by the Third United Nations Conference on the Least Developed Countries in Brussels on 20 May 2001, New York.

UN, United Nations - (Hrsg.) (1992): Agenda 21 - The United Nations Programme of Action from Rio, New York.

UNCED (1992): Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung - Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaveränderungen, Rio de Janeiro, UNCED.

UNCSD (Hrsg.) (2001): Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies. United Nations Commission for Sustainable Development. Background Paper No. 3, DESA/DSD/2001/3, New York.

UNEDF (Hrsg.) (2001): A Methodological Framework for Muli-Stakeholder Processes. A UNED Forum (Draft) Report. United Nations Economic Development Forum, London.

UNEP (2001): Impacts of Climate Change to Cost the World over $300 Billion a Year, UNEP News Release 2001/11.

UNEP und SustainAbility (Hrsg.) (1999): The Social Reporting Report: A company doesn't operate in a vacuum, London.

Urbanistik, Deutsches Institut für (2000): “difu-Berichte.” (4/2000).

VDI-nachrichten (2000): “Häuslebauer drängen in die Stadt.” VDI-nachrichten (Nr. 20).

Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung - Fachgruppe Frauen in der Planung (1998): Feministische Strategien für nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung - Debatte um Indikatoren in Deutschalnd. Runder Tisch, Bonn, SRL.

Verfaillie, Hendrik A. und Robin Bidwell (2000): Measuring Eco-Efficiency - a guide to reporting company performance, World Business Council for Sustainable Development.

Wackernagel, Mathis und William E. Rees (1997): Unser ökologischer Fußabdruck - Wie der Mensch Einfluß auf die Natur nimmt. Boston, Basel, Berlin, Birkhäuser Verlag.

Wallbaum, Holger, Andreas Bockermann, Thomas Hanke, Thomas Langrock, Stefan Lechtenböhmer, Christa Liedtke, Bernd Meyer, Thomas Orbach und Michael Ritthoff (1999): Gebäudesanierung - Eine Chance für Klima und Arbeitsmarkt. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Eine Studie im Auftrag der Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt und Greenpeace e.V., Wuppertal.

Wallbaum, Holger, Bettina Herbst und Kristina Herzog (2000): “Das Ziel verfehlt? Ein Vergleich von Niedrigenergiehäusern (NEH) und Passivhäusern (PH) nach dem MIPS-Konzept unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte.” EB - EnergieEffizientes Bauen 1. Jahrgang (2).

Wallbaum, Holger und Kristina Herzog (2001): Vom ökologischen zum nachhaltigen Bauen - Am Anfang war der Mensch. Politische Ökologie. 71. August 2001.

Wallbaum, Holger und Christa Liedtke (1999): Zukunftsfähiges Bauen - Welche Rolle spielen dabei die Werkstoffe der chemischen Industrie? Fachtagung Bauchemie, 5.-6. März 1999, Siegen, Gesellschaft deutscher Chemiker/Frankfurt am Main.

WBCSD (Hrsg.) (1999): ECO-Efficiency Indicators & Reporting. Report on the Status of the Project's Work in Progress and Guideline for Pilot Application. Working Group on Eco-Efficiency Metrics & Reporting of the World Business Council for Sustainable Development, Genf.

WBGU (2001): Die Chance von Johannesburg: Eckpunkte einer Verhandlungsstrategie. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. Politikpapier, Berlin.

WECD (1987): Our common future. United Nations, New York.

Weibel, Th. und A. Stritz (1995): Ökoinventare und Wirkungsbilanzen von Baustoffen. ETH-Zürich. ESU-Reihe Nr. 1/95, Zürich, Schweiz.

Weizsäcker, Ernst Ulrich von, Amory Lovins und Hunter Lovins (1995): Faktor 4. Doppelter Wohlstand - halbierter Naturverbrauch. München, Droemer Knaur.

Weizsäcker, Ernst Ulrich von und Jan-Dirk Seiler-Hausmann (Hrsg.) (1999): Ökoeffizienz: Management der Zukunft. Birkhäuser, Berlin, Basel, Boston.

Werther, Stadt (1999): Bauen im Speckgürtel. Nachhaltige Stadtentwicklung, 10. November 1999, Wuppertal, Energieagentur NRW.

Weterings, R. A. P. M. und J. B. Opschoor (1992): The Ecocapacity as a Challenge to Technological Development. Advisory Council for Research on Nature an Environment, Rijswijk/Netherlands.

White, Allen L. (1999): “Sustainability and the Accountable Corporation: Society's Rising Expectations of Business.” Environment 41 (8).

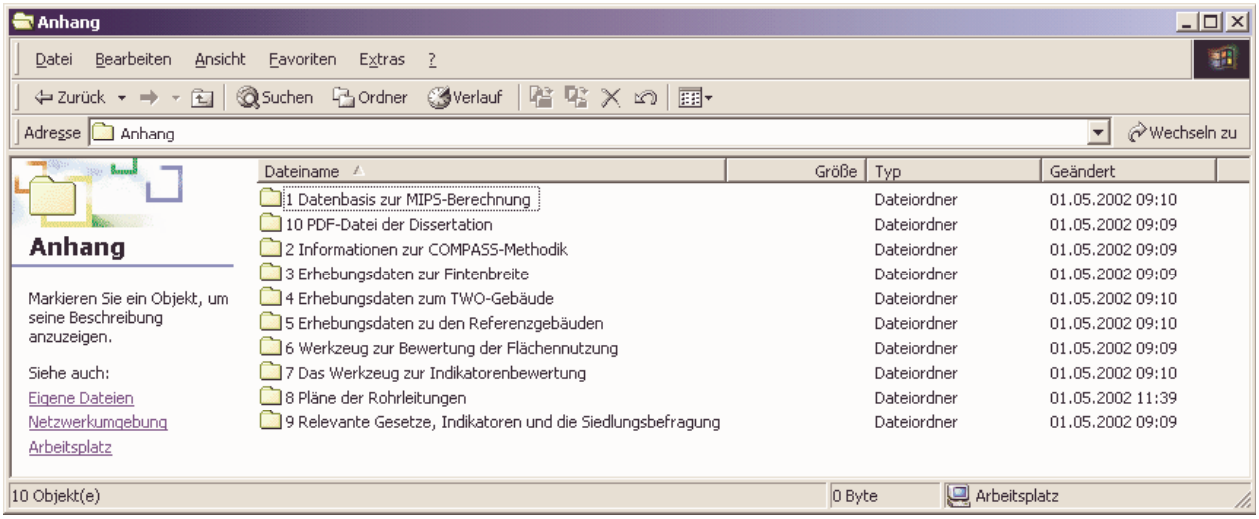
Wolpensinger, Holger (2002): Ökobilanzierung von Siedlungen mit Sirados-LEGOE und WinMobil. Diplomarbeit. Universität Karlsruhe. Lehrstuhl Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus. Karlsruhe.

Wolters, Dirk (2001): Struktur- und akteursorientierte Szenarioanalyse eines nachhaltigen deutschen Energiesystems im internationalen Kontext. Dissertation. Universität Osnabrück. FB Sozialwissenschaften. Osnabrück.

WWF, Umweltstiftung (Hrsg.) (1994): Die Umsetzung der Agenda 21: Indikatoren für eine tragfähige Zukunft und eine nachhaltige Entwicklung, Frankfurt.

Erläuterungen zum Anhang

Die CD beinhaltet alle relevanten Daten, die der Dissertation ‚Analyse und Strategien zukunftsfähigen Bauens und Wohnens' zu Grunde liegen. Um eine bessere Übersucht zu erzielen, sind die einzelnen Dateien durchnummeriert. Die Reihenfolge der Dateien entspricht dabei der chronologischen Abfolge innerhalb der Arbeit.



Beschreibung der Inhalte der einzelnen Dateien

- **1 Datenbasis zur MIPS-Berechnung**

  Diese Datei beinhaltet eine Datei mit den verwendeten MI-Werten zur MIPS-Berechnung.

- **2 Informationen zur COMPASS-Methodik**

  Diese Datei beinhaltet das Wuppertal Paper, welches die COMPASS-Methodik grundlegend beschreibt.

- **3 Erhebungsdaten zur Flintenbreite**

  Diese Datei beinhaltet die drei Ordner *Ergebnisgegenüberstellung*, *Standarderhebungsbögen zu den Kläranlagen* und *Standarderhebungsbögen zum Doppelhaus.*

  Der erste Ordner *Ergebnisgegenüberstellung* beinhaltet die gegenüberstellende Darstellung der Ergebnisse der Gebäude sowie der Kläranlage.

  Der zweite Ordner *Standarderhebungsbögen zu den Kläranlagen* beinhaltet alle den Berechnungen zu Grunde liegenden Datenblätter mit den angesetzten Massen und Materialien. Dabei ist die Erfassung getrennt nach Pflanzenkläranlagen, Sanitärinstallation, Grauwasser, Sanitärerschließung und Abwasser vorgenommen worden.

  Der dritte Ordner *Standarderhebungsbögen zum Doppelhaus* beinhaltet alle den Berechnungen zu Grunde liegenden Datenblätter mit den angesetzten Massen und Materialien. Darüber hinaus ist in diesem Ordner auch die Berechnungsgrundlage für den Porenbeton eingestellt, der für die Ergebnisse des Hochbaus neu berechnet werden musste.

- **4 Erhebungsdaten zum TWO-Gebäude**

  Diese Datei beinhaltet die zwei Ordner *Bilanzen* und *Pläne.*

  Der erste Ordner *Bilanzen* beinhaltet die Darstellung der bilanzierenden Ergebnisse der GaBi-Berechnung für die TWO. Dabei sind die Bilanzen getrennt ausgewiesen nach Gewerken, Kostengruppen und Lebensdauer.

  Der zweite Ordner *Pläne* beinhaltet die Abbildungen der Pläne die mit GaBi für die TWO erstellt wurden.

- **5 Erhebungsdaten zu den Referenzgebäuden**

  Diese Datei enthält die Datenbasis bezogen auf Materialien und Massen zur Berechnung der ökologischen Auswirkungen der vier Referenzgebäude.

- **6 Werkzeug zur Bewertung der Flächennutzung**

  Diese Datei beinhaltet ein Excel-Rechenblatt mit dem der Flächenindex innerhalb dieser Arbeit berechnet wurde.

- **7 Das Werkzeug zur Indikatorenbewertung**

  Diese Datei ist ein eigens programmiertes, Excel-gestütztes Werkzeug zur Visualisierung der Ergebnisse der verwendeten Indikatoren gemäss den Ausführungen zur COMPASS-Methodik.

- **8 Pläne der Rohrleitungen**

  Diese Datei beinhaltet drei Pläne der Rohrleitungen für das Grau- und Regenwasser. Plan 1 markiert die Einleitung des gereinigten und gesammelten Wassers in den Landgraben. Plan 2 zeigt die Verbindungen der Pflanzenkläranlagen untereinander und mit den entsprechenden Gebäuden. Plan 3 zeigt das Rohrleitungssystem zur Abführung des Regenwassers.

- **9 Relevante Gesetze, Indikatoren und die Siedlungsbefragung**

  Diese Datei beinhaltet einige für die Arbeit relevante Gesetze sowie eine Übersicht über die aktuell diskutierten sozialen Indikatoren, die auch die Basis für die Auswahl der Indikatoren in dieser Arbeit darstellen.

- **10 PDF-Datei der Dissertation**

  Diese Datei beinhaltet die ab schließend Fassung der Dissertation als pdf-Datei.