



**Stoffflußbezogene Bausteine für ein
nationales Konzept der nachhaltigen
Entwicklung**

(FKZ Nr. 295 92 148)

Anhangband zum Endbericht

für das Umweltbundesamt

vorgelegt durch

**Matthias Buchert, Uwe R. Fritsche, Carl-Otto Gensch, Rainer Griebhammer, Wolfgang
Jenseit, Brigitte Peter, Lothar Rausch**

(unter Mitarbeit von Christian Hochfeld und Hartmut Stahl)

☞ Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)

Büro Darmstadt

Bunsenstr. 14
D-64293 Darmstadt
Tel. 06151-8191-0
FAX 06151-8191-33

Geschäftsstelle Freiburg

Binzengrün 34 a
D-79114 Freiburg
Tel. 0761-45295-0
FAX 0761-475437

Büro Berlin

Friedrichstr. 165
D-10117 Berlin
Tel. 030-2016-5080
FAX 030-2016-5088

Internet <http://www.oeko.de>

Darmstadt/Freiburg/Berlin, April 1998

(erschieden als UBA-Texte 47/99, Berlin)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Anhang 1: Umweltziele	3
A-1.1 Definitionen	3
A-1.2 Die Festlegung von Umwelthandlungszielen und Etappenzielen	7
Anhang 2: Von der Stoffstromanalyse zur Stoffstromökonomie	8
Anhang 3: Energie- und Transportkenndaten in der Datenbasis für den Bereich „Bauen und Wohnen“	9
A-3.1 Energiebereitstellung.....	9
A-3.2 Materialien - Stoffe in Deutschland (exogene Inputs)	18
A-3.3 Materialien - Importierte Stoffe (exogene Inputs)	22
A-3.4 Beheizungsstruktur und Nutzungsgrade der Heizsysteme	25
A-3.5 Transportprozesse	28
Anhang 4: Erläuterung der Annahmen für die Nachfrageseite der Szenarien	30
A-4.1 Energetische Charakterisierung der Gebäude	30
A-4.2 Annahmen zur Entwicklung der Wohneinheiten und Wohnflächen in den Szenarien	33
A-4.3 Abgang des Bestandes.....	51
A-4.4 Haustypen des Zubaus.....	64
A-4.4.1 Definitionen von Haustypen hinsichtlich Flächen und Geometrie	64
A-4.4.2 Definitionen von Haustypen hinsichtlich Bauelementgruppen.....	73
A-4.4.3 Bezugsgrößen der Bauelementgruppen.....	77
A-4.4.4 Ermittlung der spezifischen Anteile der Bauelementgruppen	79
A-4.4.5 Synthese der Haustypen	82
A-4.5 Aufbau der Bauelementgruppen und Bauelemente im Zubau	83
A-4.5.1 Gründung.....	83
A-4.5.2 Fundament.....	83
A-4.5.3 Außenwände-UG.....	86
A-4.5.4 Außenwände-OG.....	91
A-4.5.5 Fenster	110
A-4.5.6 Innenwände	112
A-4.5.7 Innentüren.....	115
A-4.5.8 Decken.....	115
A-4.5.9 Dach-HG	118
A-4.5.10 Dach-NG	123
A-4.5.11 Gebäude ohne Keller.....	124

A-4.6	Aufbau der Bauelementgruppen und Bauelemente - Bestand.....	126
A-4.6.1	Zuordnung der Bauelemente im Bestand	126
A-4.6.2	Gründung.....	126
A-4.6.3	Fundament.....	128
A-4.6.4	Außenwände-UG.....	129
A-4.6.5	Außenwände-OG.....	131
A-4.6.6	Fenster- Sanierung Bestand.....	134
A-4.6.7	Innenwände	134
A-4.6.8	Innentüren.....	137
A-4.6.9	Decken.....	137
A-4.6.10	Dach-HG	139
A-4.6.11	Nachträgliche Wärmedämmung.....	140
A-4.6.12	Sanierung Dachbedeckung.....	142
A-4.7	Instandhaltung	143
A-4.8	Baustoffe	147
A-4.8.1	Fenster	147
A-4.8.2	Beton, Mörtel, Putz und Estrich.....	148
A-4.8.3	Dämmstoffe.....	152
A-4.8.4	Dachbedeckungsmaterialien Steildach.....	156
A-4.9	Literatur zu Anhang 4	157
Anhang 5: Beschreibung des Stoffstrom-Modells BASiS		158
A-5.1	Hard- und Softwarevoraussetzungen	158
A-5.2	Installation.....	158
A-5.3	Programmablauf.....	158
A-5.4	Daten bearbeiten.....	160
A-5.5	Rechengrundlagen.....	189
Anhang 6: Abkürzungsverzeichnis		195

Anhang 1: Umweltziele

In dem Projekt „Stoffflußbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung“ wurde für das Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ eine Methode entwickelt, mit der das derzeitige Ausmaß und zukünftige Trends der Umweltinanspruchnahme ermittelt werden können. Mit der Methode der bedürfnisfeldorientierten Stoffstromanalyse und einem dynamischen Stoffstrommodell als EDV-Werkzeug können Szenarien berechnet werden, die den Akteuren Informationen darüber geben, wie sich unterschiedliche Entwicklungen bei der Baustoffherstellung, der Bauweise und der Nachfrage nach Wohnraum auf die Flächeninanspruchnahme, den Rohstoffbedarf, das Abfallaufkommen und die Freisetzung von Luftschadstoffen auswirken würden.

Um ermesen zu können, in welchem Verhältnis das so ermittelte Ausmaß der Umweltinanspruchnahme in diesem Bereich mit der Belastbarkeit der Umwelt als Quelle und Senke steht, ist die Orientierung an Umweltzielen erforderlich. Umweltziele sind gesellschaftliche Konventionen darüber, welche Belastungsgrenzen für bestimmte Umweltkompartimente zu beachten sind oder welche Grenzen belastende Faktoren wie Schadstoffemissionen oder Flächenverbräuche nicht überschreiten dürfen.

A-1.1 Definitionen

Leider gibt es national und international z.T. stark differierende Begriffe und Definitionen für die einzelnen Umweltzielkategorien. In der vorliegenden Studie werden die Definitionen der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Bundestags zugrundegelegt¹ (Enquête 1997, S. 38-40), die auch vom Umweltministerium und dem Umweltbundesamt verwendet werden.

Die Nachfolge-Enquête-Kommission des 13. Bundestags hat in ihrem Zwischenbericht (Enquête 1997) einzelne Zielkategorien ohne erkennbaren Anlaß anders definiert bzw. Begriffe anders belegt als die Enquête-Kommission des 12. Bundestags.

Dies gilt im besonderen für den Begriff "Umweltziele", der in den letzten drei Jahren Eingang in wissenschaftliche Veröffentlichungen, Gesetze und Umweltberichte von Unternehmen gefunden hat. Erschwerend kommt hinzu, daß die Enquête-Kommission den Begriff „Umweltziele“ nun für eine neue Zielkategorie verwendet, aber für die *alte* Zielkategorie keinen neuen Begriff prägte.

Nur sinngemäß kann - aus einem Halbsatz - geschlossen werden, daß die Enquête-Kommission für die alte Zielkategorie den neuen Begriff „Etappenziele“ verwendet. Es ist daher zu befürchten, daß es vielfach zu Verwechslungen bzw. zu implizit unterschiedlich verwendeten Definitionen kommt.

¹ Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt", Zwischenbericht "Konzept Nachhaltigkeit - Fundamente für die Gesellschaft von morgen", Deutscher Bundestag, Zur Sache 1/97, Bonn 1997; S. 38-40

Aus diesem Grund werden die im Projekt zugrunde gelegten Definitionen der laufenden Enquête-Kommission nachfolgend im Wortlaut wiedergegeben (Kasten) und danach den Definitionen der Enquête-Kommission des 12. Bundestags vergleichend gegenübergestellt (siehe Tabelle weiter unten).

Definition Umweltqualitätsziele der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Bundestags (Enquête 1997):

„Umweltqualitätsziele beschreiben, ausgehend von einem identifizierten ökologischen Problembereich [langfristig] angestrebte, am Leitbild der nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung und am Nachhaltigkeitsziel der Erhaltung der Funktionsfähigkeit des natürlichen Realkapitals orientierte Zustände oder Eigenschaften (= Sollwerte) der Umwelt bezogen auf Systeme, Medien oder Objekte. Sie streben eine Erhaltung oder Veränderung konkreter Eigenschaften oder Zustände auf globaler, regionaler oder lokaler Ebene an.

Grundlage für die Erarbeitung von Umweltqualitätszielen sind einerseits der wissenschaftliche Erkenntnisstand über qualitative und, soweit verfügbar, quantitative Ursache-Wirkungs-Beziehungen und andererseits auf den Zustand oder die Eigenschaften der Umwelt bezogene gesellschaftliche Wertvorstellungen. Letztere sind als normative Vorgaben unverzichtbar, da Umweltqualitätsziele nicht ausschließlich wissenschaftlich abzuleiten und zu begründen sind. Aufgabe der Wissenschaft ist es vielmehr, in erster Linie naturwissenschaftlich begründete Orientierungen zur Entwicklung gesellschaftlicher Wertvorstellungen zu liefern.

Umweltqualitätsziele geben Zustände oder Eigenschaften umschriebener Teilbereiche der Umwelt an, die auf dem Weg zu einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung angestrebt werden. Nicht ob, sondern inwieweit dabei dem Vorsorgeprinzip Rechnung getragen wird, ist regelmäßig Gegenstand normativer Abwägungen im Zieldreieck aus Ökologie, Ökonomie und Sozialem“².

Definition Umwelthandlungsziele der Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Bundestags (Enquête 1997):

„Umwelthandlungsziele geben die Schritte an, die notwendig sind, um die in Umweltqualitätszielen beschriebenen Zustände oder Eigenschaften der Umwelt zu erreichen. Dazu bedarf es der Formulierung quantifizierter und meßbarer oder anderweitig überprüfbarer Ziele, die sich an verschiedenen Belastungsfaktoren orientieren und Vorgaben für notwendige Entlastungen (Belastungsminderung) enthalten. Bei der Formulierung der dazugehörigen Zeitvorgaben sind die sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen und Wirkungen zu beachten..“

² Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“, Zwischenbericht „Konzept Nachhaltigkeit - Fundamente für die Gesellschaft von morgen“, Deutscher Bundestag, Zur Sache 1/97, Bonn 1997; S. 38f.

Zur Setzung von Umwelthandlungszielen:

Die Abstimmung zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Zielen schlägt sich insbesondere in der zeitlichen Vorgabe zur Erreichung der Umwelthandlungsziele nieder. Wird das Umwelthandlungsziel zum Beispiel durch ein quantifiziertes Reduktionsziel bestimmt, so kann das angestrebte Reduktionsausmaß einen weiteren Ansatzpunkt zur Berücksichtigung eventuell vorliegender Zielkonflikte darstellen. Um die Anpassungsmöglichkeiten der Akteure zu verbessern, aber auch um Bezugspunkte für Kontrollen und Bewertungen des Ausmaßes zu setzen, in dem Umwelthandlungsziele erreicht wurden, kann es sinnvoll sein, die Erfüllung der Zielvorgaben zeitlich zu staffeln und über mehrere Jahre zu strecken.

Die nachhaltig zukunftsverträgliche Entwicklung der Gesellschaft bedarf des Einbeziehens aller gesellschaftlichen Akteure. Nur so erhalten die Umweltziele die notwendige politische Unterstützung und langfristige Gültigkeit.

Umwelthandlungsziele müssen quantitative Angaben enthalten sowohl hinsichtlich der Belastungsminderung als auch hinsichtlich der Zeit, innerhalb derer diese erreicht werden soll"³.

Der Begriff „Etappenziele“ wird in der vorliegenden Studie vom Öko-Institut wie folgt definiert:

"Etappenziele sind quantitative oder qualitative umweltpolitische Vorgaben, die auf das Erreichen oder Einhalten einer bestimmten Umweltqualität ausgerichtet sind. Bei der Bestimmung von Etappenzielen fließen neben ökologischen Erfordernissen auch ökonomische und soziale Ziele sowie technische und logistische Aspekte ein. Sie umfassen - orientiert an prioritären Problembereichen - ein Bündel von Zielen mit festgelegtem Zeitrahmen"⁴

³ Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt", Zwischenbericht "Konzept Nachhaltigkeit - Fundamente für die Gesellschaft von morgen", Deutscher Bundestag, Zur Sache 1/97, Bonn 1997; S. 39f.

⁴ Dies entspricht der Definition "Umweltziele" der ersten Enquête-Kommission des Deutschen Bundestags: Enquête-Kommission "Schutz des Menschen und der Umwelt", "Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen", Economica-Verlag, Bonn 1994; S. 722f.

Die unterschiedlichen Definitionen der laufenden Enquête-Kommission und die der ersten Enquête-Kommission sind in der nachfolgenden Tabelle vergleichend gegenübergestellt.

Definition unterschiedlicher Zielkategorien durch die Enquête-Kommissionen "Schutz des Menschen und der Umwelt" (Enquête 1994 und 1997)

Enquête 1997	Enquête 1994	Beispiel/Bemerkung
<p>Umweltziele sind aus den Grundlegenden Regeln der Nachhaltigkeit abgeleitet und sind übergreifende Ziele für Umweltmedien oder Umweltproblembereiche</p> <p>(wörtliche Definition: siehe oben)</p>	keine Definition für diese Zielkategorie; aber Verwendung des Begriffs Umweltziel mit anderer Definition (siehe unten)	"Die Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Funktionen der Böden" (Enquête 1997, S. 44).
<p>Umweltqualitätsziele beschreiben die (langfristig) angestrebten, nachhaltigen Zustände von Umweltmedien oder Umweltproblembereichen</p>	Umweltqualitätsziele: _____ vergleichbare Definition	"Begrenzung bzw. Reduktion des Flächenverbrauchs" (Enquête 1997, S. 54)
<p>Umwelthandlungsziele operationalisieren die Umweltqualitätsziele durch Ermittlung der zielführenden Maßnahmen und durch Formulierung <u>quantifizierter und meßbarer oder anderweitig überprüfbarer Ziele</u> auf der Quellenseite (mit Zeitvorgaben)</p> <p>(wörtliche Definition: siehe oben)</p>	Keine Definition bzw. keine sinngemäße Verwendung	Langfristig soll die Umwandlung von unbebauten Flächen in bebauten durch gleichzeitige Erneuerung (Entsiegelung u.a.) vollständig kompensiert werden (Enquête 1997, S. 55).
<p>Etappenziel Die zweite Enquête-Kommission hat den Begriff Umweltziele neu belegt (siehe oben). Die "Umweltziele" im alten Verständnis finden sich bei den <u>"quantifizierten und meßbaren oder anderweitig überprüfbaren Zielen"</u> im Rahmen der Umwelthandlungsziele wieder. In einem anderen Zusammenhang wird auch (allerdings ohne nähere Definition) der Begriff "Etappenziel" verwendet (Enquête 1997, S. 170).</p>	<p>"Umweltziele sind quantitative oder qualitative umweltpolitische Vorgaben, die auf das Erreichen oder Einhalten einer bestimmten Umweltqualität ausgerichtet sind. Bei der Bestimmung von Umweltzielen fließen neben ökologischen Erfordernissen auch ökonomische und soziale Ziele sowie technische und logistische Aspekte ein. Sie umfassen - orientiert an prioritären Problembereichen - ein Bündel von Zielen mit festgelegtem Zeitrahmen" (Enquête 1994, S. 722f.).</p>	Beispiel: Das Klimaschutzziel der Bundesregierung (25% CO ₂ -Reduktion bis zum Jahr 2005).

Für die Stoffstromanalyse in der vorliegenden Studie sind Umweltqualitätsziele nur von indirekter Bedeutung. Da Prozeßketten und Anwendungsbereiche weitgehend ohne räumlichen Bezug und damit auch ohne konkreten Bezug zu Wirkungsorten betrachtet werden, wird hier die Zielkategorie vorrangig beachtet, die Angaben über die Obergrenze von Gesamtemissionen oder Ressourcenbedarf machen - das „Umwelthandlungsziel“.

A-1.2 Die Festlegung von Umwelthandlungszielen und Etappenzielen

Die Definition der Umwelthandlungsziele und Etappenziele könnte nahelegen, daß die Ziele in einem „eindimensionalen“, klar strukturierten Prozeß gefunden werden und daß dann die zielführenden Maßnahmen bestimmt werden. Die praktische Umweltpolitik sieht anders aus.

Zum einen sind die Umwelthandlungsziele und Etappenziele Ergebnis eines „Ringens“ zwischen verschiedenen Akteuren mit unterschiedlichen Interessen und Ergebnis von Abwägungen zwischen ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten⁵.

Zum anderen bedarf die Zielfindung ausführlicher Vorbereitung durch Stoffstromanalysen, bei denen beispielsweise untersucht wird, welche Umweltentlastung durch bestimmte technische oder sonstige Maßnahmen erreicht werden kann und welche ökonomischen und sozialen Auswirkungen daraus abgeleitet werden können.

Letztlich erwächst daraus ein komplexer iterativer Prozeß zur Findung bzw. Setzung der Umwelthandlungsziele und Etappenziele⁶. Auch innerhalb einzelner Akteursgruppen - beispielsweise der Industrie - kann es dabei zu erheblichen Konflikten kommen. In der Regel sind weder die Umweltbelastungen über alle Umweltproblemfelder und alle Branchen gleich "proportional" verteilt, noch sind die Kosten für Reduktionsmaßnahmen gleich hoch oder gleich hohe Kosten von unterschiedlichen Branchen gleichermaßen verkraftbar.

⁵ Die Enquête-Kommission ging in ihrem Endbericht davon aus, daß die Etappenziele letztlich vom Gesetzgeber normativ festgelegt werden müssen: Enquête-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“, „Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen“, Economica-Verlag, Bonn 1994

⁶ Eine ausführliche Beschreibung findet sich bei: Umweltziele statt Last-Minute-Umweltschutz, Bunke, D.; Eberle, U.; Griebhammer, R.; „Last-Minute-Umweltschutz - Nationale und internationale stoffbezogene Zielvorgaben“, Freiburg 1995

Anhang 2: Von der Stoffstromanalyse zur Stoffstromökonomie

Zu diesem Thema wurden im Rahmen des Projektes politisch-ökonomische Vorüberlegungen angestellt, die den Rahmen der bedürfnisfeldorientierten Stoffstromanalyse insofern erweitern, als nach den Chancen und Restriktionen für eine Umsetzung einzelner Szenarien - insbesondere durch den Einsatz ökonomischer Instrumente - gefragt wird. Da diese Fragen innerhalb des Forschungsvorhabens nicht zu untersuchen waren, sind entsprechende Ergebnisse erst durch neue Studien bzw. Forschungsprojekte zu erwarten. Das Diskussionspapier „Von der Stoffstromanalyse zur Stoffstromökonomie“ ist im Öko-Institut Darmstadt auf Anfrage erhältlich.

Anhang 3: Energie- und Transportkenndaten in der Datenbasis für den Bereich „Bauen und Wohnen“

In diesem Teil des Anhangs werden die Grunddaten aufgeführt, die in die Datenbasis des Stoffstrommodells BASiS zur Abbildung der Energie- und Transportprozesse eingegeben wurden. Die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen werden in Kapitel 6 erläutert.

A-3.1 Energiebereitstellung

Die Energiebereitstellung wird in BASiS als „exogener Parameter“ behandelt, d.h. als Datensatz, der alle Umweltindikatoren und Ressourcenbedarfe enthält. Die Berechnung dieser Kenngrößen erfolgte außerhalb von BASiS mit dem Computerprogramm GEMIS 3.0, dessen Stammdatenbasis zur Abbildung der Energiebereitstellung in Deutschland in den Jahren 1995 (Basisjahr) und 2020 (Endjahr der Szenarien) ergänzt wurde⁷.

Tabelle Anteile der Kraftwerke an der Stromerzeugung und Netto-Nutzungsgrade in den Szenarien zu „Bauen und Wohnen“ (nach PROGNOSES 1996)

Typ	Erzeugungsanteile		Netto-Nutzungsgrade	
	1995	2020	1995	2020
BrK-West	18,0%	13,8%	36,0%	41,0%
BrK-Ost	9,0%	6,9%	36,0%	41,0%
StK-Voll	18,9%	10,2%	39,0%	43,5%
StK-Ballast	5,4%	4,4%	39,0%	43,5%
StK-Imp	2,7%	14,6%	39,0%	43,5%
Gas-KW	10,0%	0,0%	38,5%	38,5%
Gas-GuD	0,0%	16,5%	49,5%	49,5%
Öl-S	1,7%	1,1%	38,5%	40,0%
AKW	27,0%	23,2%	39,0%	43,2%
Wasser	3,9%	3,9%	-	-
Wind	0,3%	1,2%	-	-
Müll, sonstige	3,1%	4,1%	25,0%	45,0%
Summe	100,0%	100,0%		

⁷ Die entsprechenden GEMIS-Datensätze stehen dem Auftraggeber auf Datenträger zur Verfügung.

Tabelle Luftschadstoffemissionen durch vorgelagerte Energie-Prozeßketten 1995 (in kg/TJ)

Nur Prozesse in D	SO2	NOx	Staub	CO	NMVOc
Netz-lokal	111,1	140,2	12,1	53,9	13,8
Öl-EL-Lkw	3,8	5,6	0,4	3,5	10,7
Öl-S-Zug	7,3	6,0	0,5	4,0	10,7
Erdgas-HH&KV	0,4	1,3	0,4	5,6	0,1
Erdgas-KW&IN	0,4	1,3	0,4	5,4	0,1
StK-Ind	5,0	4,1	0,2	1,5	0,3
StK-Brik-Lkw	6,4	6,9	0,4	2,3	0,6
BrK-Brik-Lkw	9,9	18,1	1,9	8,9	1,5
Lkw-Stückholz	0,1	4,3	0,2	1,5	0,6
Prozesse im Ausland	SO2	NOx	Staub	CO	NMVOc
Netz-lokal	13,5	14,5	2,9	4,9	1,0
Öl-EL-Lkw	26,2	21,5	2,9	4,6	7,2
Öl-S-Zug	26,7	21,9	3,0	4,8	7,3
Erdgas-HH&KV	1,5	7,6	0,6	3,4	0,4
Erdgas-KW&IN	1,5	7,6	0,6	3,3	0,4
StK-Ind	7,3	6,5	1,3	1,3	0,4
StK-Brik-Lkw	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0
BrK-Brik-Lkw	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
Lkw-Stückholz	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Gesamt	SO2	NOx	Staub	CO	NMVOc
Netz-lokal	124,6	154,6	15,0	58,9	14,7
Öl-EL-Lkw	30,0	27,0	3,3	8,1	17,9
Öl-S-Zug	34,0	27,9	3,4	8,8	18,1
Erdgas-HH&KV	1,9	8,9	1,0	8,9	0,5
Erdgas-KW&IN	1,9	8,8	0,9	8,7	0,5
StK-Ind	12,3	10,6	1,5	2,7	0,7
StK-Brik-Lkw	6,6	7,1	0,4	2,4	0,7
BrK-Brik-Lkw	10,2	18,4	1,9	9,0	1,5
Lkw-Stückholz	0,3	4,4	0,2	1,5	0,6

Tabelle Treibhausgasemissionen durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 1995 (in kg/TJ)

Nur Prozesse in D	CO₂	CH₄	N₂O
Netz-lokal	184.000	357,4	6,4
Öl-EL-Lkw	3.067	2,6	0,1
Öl-S-Zug	5.485	3,8	0,1
Erdgas-HH&KV	749	144,0	0,0
Erdgas-KW&IN	735	7,9	0,0
StK-Ind	3.472	458,7	0,1
StK-Brik-Lkw	5.025	542,9	0,1
BrK-Brik-Lkw	20.257	5,7	5,6
Lkw-Stückholz	395	0,1	0,0
Prozesse im Ausland	CO₂	CH₄	N₂O
Netz-lokal	2.156	58,3	0,1
Öl-EL-Lkw	3.499	13,5	0,1
Öl-S-Zug	3.578	15,8	0,1
Erdgas-HH&KV	1.551	149,1	0,1
Erdgas-KW&IN	1.539	148,1	0,1
StK-Ind	794	39,8	0,0
StK-Brik-Lkw	31	0,4	0,0
BrK-Brik-Lkw	48	0,7	0,0
Lkw-Stückholz	19	0,1	0,0
Gesamt	CO₂	CH₄	N₂O
Netz-lokal	186.100	415,7	6,5
Öl-EL-Lkw	6.566	16,1	0,1
Öl-S-Zug	9.063	19,6	0,2
Erdgas-HH&KV	2.300	293,1	0,1
Erdgas-KW&IN	2.274	156,0	0,1
StK-Ind	4.266	498,5	0,1
StK-Brik-Lkw	5.056	543,3	0,1
BrK-Brik-Lkw	20.305	6,4	5,6
Lkw-Stückholz	414	0,2	0,0

Tabelle Reststoffanfall durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 1995 (in kg/TJ)

Nur Prozesse in D	Prod-Abfall	Abraum
Netz-lokal	25.157	708.500
Öl-EL-Lkw	113	1.865
Öl-S-Zug	183	3.699
Erdgas-HH&KV	113	1.102
Erdgas-KW&IN	111	1.083
StK-Ind	1.825	26.189
StK-Brik-Lkw	2.265	34.392
BrK-Brik-Lkw	1.099	825.600
Lkw-Stückholz	4	12
Prozesse im Ausland	Prod-Abfall	Abraum
Netz-lokal	411	19.612
Öl-EL-Lkw	6	309
Öl-S-Zug	7	379
Erdgas-HH&KV	16	557
Erdgas-KW&IN	16	544
StK-Ind	10	36.750
StK-Brik-Lkw	2	153
BrK-Brik-Lkw	1	238
Lkw-Stückholz	0	17
Gesamt	Prod-Abfall	Abraum
Netz-lokal	25.568	728.100
Öl-EL-Lkw	119	2.174
Öl-S-Zug	189	4.078
Erdgas-HH&KV	129	1.659
Erdgas-KW&IN	126	1.627
StK-Ind	1.835	62.939
StK-Brik-Lkw	2.268	34.544
BrK-Brik-Lkw	1.100	825.800
Lkw-Stückholz	4	29

Tabelle Ressourceninanspruchnahme durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 1995 (in TJ/TJ bzw. kg/TJ)

Energie	Netz-lokal	ÖI-EL-Lkw	ÖI-S-Zug	Erdgas-HH	Erdgas-KW	StK-IND	StK-Brik	BrK-Brik	Lkw-Holz
Atomkraft	0,72	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Biomasse	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Braunkohle	0,82	0	0	0	0	0	0	1,17	0
Erdgas	0,26	0,02	0,03	1,06	1,05	0	0	0	0
Erdöl	0,07	1,06	1,07	0	0	0,01	0	0,01	0,01
Müll	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohle	0,76	0	0,01	0,01	0,01	1,04	1,05	0,01	0
Wasserkraft	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0
Wind	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe (prim.)	Netz-lokal	ÖI-EL-Lkw	ÖI-S-Zug	Erdgas-HH	Erdgas-KW	StK-IND	StK-Brik	BrK-Brik	Lkw-Holz
Biomasse	199,32	0,01	0,01	0,06	0,06	0,01	1	0,01	0
Erze	1956,67	126,03	131,31	460,55	447,11	65,99	67,71	66,24	17,69
Luft	21,82	3,38	3,5	12,39	12,03	1,78	1,68	1,71	0,48
Mineralien	6341,24	149,88	178,2	1068,47	957,19	155,9	228,06	150,32	5,23
Wasser	1,07E+06	4188,61	7141,85	4264,88	4179,81	1,12E+05	1,34E+05	8,29E+05	110,78
Stoffe (sek.)	Netz-lokal	ÖI-EL-Lkw	ÖI-S-Zug	Erdgas-HH	Erdgas-KW	StK-IND	StK-Brik	BrK-Brik	Lkw-Holz
Fe-Schrott	123,71	19,15	19,86	70,29	68,24	9,95	9,5	9,66	2,7
NE-Schrott	3,74	0	0	0	0	0	0,02	0,01	0

Für das Jahr 2020 wurden entsprechende exogene Kenndaten für BASiS mit GEMIS 3.0 ermittelt, die für alle Szenarien auf den o.g. Annahmen zum Kraftwerkspark beruhen.

Für die Entwicklung im Ausland wurde dabei keine zeitliche Fortschreibung angenommen, sondern die Verhältnisse des Jahres 1995 als konstant angesetzt.

Die in den folgenden Tabellen aufgeführten spezifischen Emissionen, Reststoffmengen und Ressourcenbedarfe stellen die zeitlichen „Endwerte“ der exogenen Parameter zur Energiebereitstellung in BASiS dar, wobei für alle Zeitpunkte zwischen 1995 und 2020 vereinfacht mit einer linearen Interpolation gerechnet wird.

Tabelle Luftschadstoffemissionen durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 2020 (in kg/TJ)

Nur Prozesse in D	SO₂	NO_x	Staub	CO	NMVOC
Netz-lokal	80,3	122,5	8,7	67,3	10,4
Öl-EL-Lkw	3,7	5,5	0,4	3,5	10,7
Öl-S-Zug	7,2	5,9	0,5	4,1	10,7
Erdgas-HH&KV	0,4	1,3	0,4	5,6	0,1
Erdgas-KW&IN	0,3	1,3	0,4	5,4	0,1
StK-Ind	5,0	4,1	0,2	1,5	0,3
StK-Brik-Lkw	6,3	6,8	0,3	2,4	0,6
BrK-Brik-Lkw	9,5	17,9	1,9	9,1	1,5
Lkw-Stückholz	0,1	4,3	0,2	1,5	0,6
Prozesse im Ausland	SO₂	NO_x	Staub	CO	NMVOC
Netz-lokal	25,1	25,1	5,0	7,0	1,5
Öl-EL-Lkw	26,2	21,5	2,9	4,6	7,2
Öl-S-Zug	26,7	22,0	3,0	4,8	7,3
Erdgas-HH&KV	1,5	7,6	0,6	3,4	0,4
Erdgas-KW&IN	1,5	7,6	0,6	3,3	0,4
StK-Ind	7,3	6,5	1,3	1,3	0,4
StK-Brik-Lkw	0,3	0,3	0,0	0,1	0,0
BrK-Brik-Lkw	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1
Lkw-Stückholz	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Gesamt	SO₂	NO_x	Staub	CO	NMVOC
Netz-lokal	105,4	147,6	13,8	74,2	11,9
Öl-EL-Lkw	29,9	27,0	3,3	8,1	17,9
Öl-S-Zug	33,9	27,9	3,4	8,8	18,0
Erdgas-HH&KV	1,9	8,9	1,0	8,9	0,5
Erdgas-KW&IN	1,9	8,8	0,9	8,8	0,5
StK-Ind	12,3	10,6	1,5	2,7	0,7
StK-Brik-Lkw	6,5	7,1	0,4	2,4	0,6
BrK-Brik-Lkw	10,0	18,3	1,9	9,2	1,5
Lkw-Stückholz	0,3	4,4	0,2	1,5	0,6

Tabelle Treibhausgasemissionen durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 2020 (in kg/TJ)

Nur Prozesse in D	CO₂	CH₄	N₂O
Netz-lokal	152.600	197,1	5,9
Öl-EL-Lkw	2.987	2,2	0,1
Öl-S-Zug	5.324	3,0	0,1
Erdgas-HH&KV	716	143,8	0,0
Erdgas-KW&IN	702	7,7	0,0
StK-Ind	3.469	458,7	0,1
StK-Brik-Lkw	4.868	542,1	0,1
BrK-Brik-Lkw	19.949	4,2	5,6
Lkw-Stückholz	395	0,1	0,0
Prozesse im Ausland	CO₂	CH₄	N₂O
Netz-lokal	3.433	142,5	0,1
Öl-EL-Lkw	3.502	13,7	0,1
Öl-S-Zug	3.585	16,2	0,1
Erdgas-HH&KV	1.552	149,2	0,1
Erdgas-KW&IN	1.540	148,2	0,1
StK-Ind	794	39,8	0,0
StK-Brik-Lkw	37	0,8	0,0
BrK-Brik-Lkw	60	1,5	0,0
Lkw-Stückholz	19	0,1	0,0
Gesamt	CO₂	CH₄	N₂O
Netz-lokal	156.000	339,6	6,0
Öl-EL-Lkw	6.489	15,9	0,1
Öl-S-Zug	8.909	19,2	0,2
Erdgas-HH&KV	2.268	293,0	0,1
Erdgas-KW&IN	2.243	155,9	0,1
StK-Ind	4.263	498,5	0,1
StK-Brik-Lkw	4.905	542,9	0,1
BrK-Brik-Lkw	20.009	5,7	5,6
Lkw-Stückholz	414	0,2	0,0

Tabelle Reststoffanfall durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 2020 (in kg/TJ)

Nur Prozesse in D	Prod-Abfall	Abraum
Netz-lokal	19.369	488.900
ÖI-EL-Lkw	98	1.305
ÖI-S-Zug	153	2.578
Erdgas-HH&KV	107	872
Erdgas-KW&IN	105	854
StK-Ind	1.825	26.169
StK-Brik-Lkw	2.236	33.288
BrK-Brik-Lkw	1.042	823.400
Lkw-Stückholz	4	10
Prozesse im Ausland	Prod-Abfall	Abraum
Netz-lokal	425	88.673
ÖI-EL-Lkw	6	485
ÖI-S-Zug	7	732
Erdgas-HH&KV	16	629
Erdgas-KW&IN	16	615
StK-Ind	10	36.756
StK-Brik-Lkw	2	500
BrK-Brik-Lkw	1	917
Lkw-Stückholz	0	17
Gesamt	Prod-Abfall	Abraum
Netz-lokal	19.794	577.600
ÖI-EL-Lkw	104	1.791
ÖI-S-Zug	160	3.310
Erdgas-HH&KV	123	1.500
Erdgas-KW&IN	120	1.469
StK-Ind	1.834	62.925
StK-Brik-Lkw	2.239	33.788
BrK-Brik-Lkw	1.043	824.300
Lkw-Stückholz	4	27

*Tabelle Ressourceninanspruchnahme durch vorgelagerte Energie-Prozessketten 2020
(in TJ/TJ bzw. kg/TJ)*

Energier	Netz-lokal	ÖI-EL-Lkw	ÖI-S-Zug	Erdgas-HH	Erdgas-KW	StK-IND	StK-Brik	BrK-Brik	Lkw-Holz
Atomkraft	0,56	0	0	0	0	0	0	0,01	0
Biomasse	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Braunkohle	0,54	0	0	0	0	0	0	1,17	0
Erdgas	0,33	0,02	0,03	1,06	1,05	0	0	0	0
Erdöl	0,06	1,06	1,07	0	0	0,01	0	0,01	0,01
Müll	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0
Steinkohle	0,74	0	0,01	0,01	0,01	1,04	1,05	0,01	0
Wasserkraft	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0
Wind	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0
Stoffe (prim.)	Netz-lokal	ÖI-EL-Lkw	ÖI-S-Zug	Erdgas-HH	Erdgas-KW	StK-IND	StK-Brik	BrK-Brik	Lkw-Holz
Biomasse	199,29	0,01	0,01	0,06	0,06	0,01	1	0,01	0
Erze	1957,73	126,03	131,31	460,54	447,11	65,99	67,73	66,24	17,69
Luft	21,86	3,38	3,5	12,39	12,03	1,78	1,68	1,71	0,48
Mineralien	5428,7	147,61	173,57	1067,52	956,24	155,9	223,58	150,32	5,22
Wasser	7,95E+05	3492,09	5740,56	3976,45	3893,16	1,12E+05	1,33E+05	8,29E+05	108,09
Stoffe (sek.)	Netz-lokal	ÖI-EL-Lkw	ÖI-S-Zug	Erdgas-HH	Erdgas-KW	StK-IND	StK-Brik	BrK-Brik	Lkw-Holz
Fe-Schrott	123,92	19,15	19,86	70,29	68,24	9,95	9,5	9,66	2,7
NE-Schrott	3,74	0	0	0	0	0	0,02	0,01	0

A-3.2 Materialien - Stoffe in Deutschland (exogene Inputs)

Tabelle Luftschadstoffemissionen durch vorgelagerte Hilfsstoff-Prozeßketten (in kg/kg)

Nur Prozesse in D	SO₂	NO_x	Staub	CO	NMVOC
Ammoniak	0,000016	0,000632	0,000014	0,000461	0,000028
Formaldehyd	0,000298	0,000784	0,000055	0,000508	0,000057
Harnstoff	0,000941	0,000828	0,000061	0,00048	0,000048
Phenol	0,001297	0,013043	0,00056	0,002423	0,001341
NaOH (50%)	0,000367	0,000396	0,000038	0,000233	0,000037
PVC	0,002108	0,005493	0,000313	0,00142	0,000621
Papier - Kraftliner	0,000322	0,000511	0,000039	0,000429	0,000081
Prozesse im Ausland	SO₂	NO_x	Staub	CO	NMVOC
Ammoniak	0,000046	0,000231	0,000017	0,000102	0,000013
Formaldehyd	0,000084	0,000448	0,000035	0,000201	0,000017
Harnstoff	0,00008	0,00019	0,000017	0,000074	0,000021
Phenol	0,002992	0,002474	0,000332	0,000539	0,000823
NaOH (50%)	0,000037	0,000042	0,000007	0,000016	0,000003
PVC	0,001288	0,001098	0,000336	0,000254	0,001036
Papier - Kraftliner	0,000375	0,000678	0,000598	0,000492	0,000207
Gesamt	SO₂	NO_x	Staub	CO	NMVOC
Ammoniak	0,000062	0,000862	0,00003	0,000563	0,000041
Formaldehyd	0,000382	0,001231	0,00009	0,000708	0,000074
Harnstoff	0,001021	0,001018	0,000078	0,000555	0,00007
Phenol	0,004289	0,015517	0,000892	0,002962	0,002164
NaOH (50%)	0,000404	0,000438	0,000046	0,000249	0,000041
PVC	0,003396	0,006591	0,000648	0,001673	0,001658
Papier - Kraftliner	0,000697	0,001189	0,000637	0,000921	0,000288

Tabelle Treibhausgasemissionen durch vorgelagerte Hilfsstoff-Prozessketten (in kg/kg)

Nur Prozesse in D	CO₂	CH₄	N₂O
Ammoniak	1,846389	0,000267	0,000011
Formaldehyd	0,450169	0,000884	0,000016
Harnstoff	0,641757	0,000416	0,000035
Phenol	4,054799	0,000626	0,0001
NaOH (50%)	0,500118	0,000988	0,000019
PVC	2,630292	0,00246	0,000102
Papier - Kraftliner	0,461391	0,000855	0,000016
Prozesse im Ausland	CO₂	CH₄	N₂O
Ammoniak	0,046962	0,004519	0,000002
Formaldehyd	0,090467	0,008704	0,000004
Harnstoff	0,03687	0,002942	0,000001
Phenol	0,404213	0,002057	0,000006
NaOH (50%)	0,006062	0,000174	0
PVC	0,178373	0,001454	0,000003
Papier - Kraftliner	0,110863	0,000277	0
Gesamt	CO₂	CH₄	N₂O
Ammoniak	1,893351	0,004787	0,000013
Formaldehyd	0,540636	0,009588	0,000019
Harnstoff	0,678627	0,003358	0,000036
Phenol	4,459012	0,002683	0,000106
NaOH (50%)	0,50618	0,001162	0,000019
PVC	2,808664	0,003913	0,000105
Papier - Kraftliner	0,572255	0,001131	0,000017

Tabelle Reststoffanfall durch vorgelagerte Hilfsstoff-Prozessketten (in kg/kg)

Nur Prozesse in D	Abraum	Prod-Abfall
Ammoniak	0,033163	0,00338
Formaldehyd	2,704349	0,191869
Harnstoff	0,091855	0,005923
Phenol	0,553758	0,029782
NaOH (50%)	1,805681	0,098874
PVC	3,913244	0,189918
Papier - Kraftliner	1,637414	0,059392
Prozesse im Ausland	Abraum	Prod-Abfall
Ammoniak	0,016609	0,000473
Formaldehyd	0,02903	0,001308
Harnstoff	0,028867	0,000334
Phenol	0,04573	0,000804
NaOH (50%)	0,049436	0,000294
PVC	0,13836	0,005871
Papier - Kraftliner	0,046741	0,014122
Gesamt	Abraum	Prod-Abfall
Ammoniak	0,049772	0,003854
Formaldehyd	2,733379	0,193177
Harnstoff	0,120722	0,006257
Phenol	0,599488	0,030586
NaOH (50%)	1,855118	0,099168
PVC	4,051604	0,195788
Papier - Kraftliner	1,684155	0,073514

Tabelle Ressourceninanspruchnahme durch vorgelagerte Hilfsstoff-Prozessketten (in TJ/kg bzw. kg/kg)

Energie	Ammoniak	Formaldehyd	Harnstoff	Phenol	NaOH (50%)	PVC	Papier - Kraftliner
Atomkraft	0	0,000003	0	0,000001	0,000002	0,000004	0,000002
Braunkohle	0	0,000003	0	0,000001	0,000002	0,000004	0,000002
Erdgas	0,000032	0,000062	0,000021	0,000006	0,000001	0,000006	0,000001
Erdöl	0	-0,000001	0,000002	0,00012	0	0,000049	0,000003
Müll	0	0,000001	0	0	0	0,000001	0
Steinkohle	0	0,000001	0,000001	0,000001	0,000002	0,000005	0,000002
Stoffe (prim.)	Ammoniak	Formaldehyd	Harnstoff	Phenol	NaOH (50%)	PVC	Kraftliner
Biomasse	0,000002	0,000054	0,000016	0,000031	0,000005	0,000018	1,370402
Erze	0,013645	0,029402	0,009098	0,01598	0,002781	0,012858	0,003893
Luft	0,000367	0,000768	0,000244	0,000424	0,000056	0,131856	0,000089
Mineralien	0,02921	0,073315	0,019543	0,022783	0,42929	0,589946	0,040712
Wasser	0,627739	48,81146	80,50645	2,844561	41,89337	496,8	45,37443
Stoffe (sek.)	Ammoniak	Formaldehyd	Harnstoff	Phenol	NaOH (50%)	PVC	Kraftliner
Fe-Schrott	0,002082	0,00434	0,001382	0,002383	0,000305	0,001628	0,000504
NE-Schrott	0	0,000003	0	0,000001	0,000002	0,000004	0,000002
Sekundärmaterial	0	0,000008	0	0,000002	0,000006	0,000012	0,234376

A-3.3 Materialien - Importierte Stoffe (exogene Inputs)

Tabelle Luftschadstoffemissionen durch vorgelagerte Prozeßketten für Stoffimporte (in kg/kg)

Luftschadstoffe	SO ₂	NO _x	Staub	CO	NM VOC
Bauxit	0,001595	0,00184	0,005204	0,000388	0,000076
Alu	0,104028	0,036558	0,049994	0,159441	0,002341
Fe-Erz	0,001546	0,001599	0,000194	0,000377	0,00009
Fe-Pellets	0,001247	0,001181	0,000145	0,000303	0,000067
Kupfer-Erz	0,012184	0,014779	0,001869	0,006271	0,000246
Zinkerz	0,002189	0,004975	0,000446	0,001272	0,000108

Tabelle Treibhausgasemissionen durch vorgelagerte Prozeßketten für Stoffimporte (in kg/kg)

Treibhausgase	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Bauxit	0,166127	0,000055	0,000003
Alu	15,59648	0,068663	0,000479
Fe-Erz	0,159298	0,000235	0,000006
Fe-Pellets	0,157498	0,000425	0,000006
Kupfer-Erz	1,998827	0,007064	0,000149
Zinkerz	0,432297	0,000081	0,000043

Tabelle Reststoffanfall durch vorgelagerte Prozeßketten für Stoffimporte (in kg/kg)

Reststoffe	Abraum	Prod-Abfall
Bauxit	0,41561	0,000762
Alu	13,14712	1,509128
Fe-Erz	1,855319	0,001351
Fe-Pellets	1,513532	0,001378
Kupfer-Erz	56,16959	30,056001
Zinkerz	1,005692	0,000818

Tabelle Ressourceninanspruchnahme durch vorgelagerte Prozeßketten für Stoffimporte (in TJ/kg bzw. kg/kg)

Energie	Bauxit	Alu	Fe-Erz	Fe-Pellets	Kupfer-Erz	Zinkerz
Atomkraft	0	0,00001	0	0	0	0
Braunkohle	0	0,000001	0	0	0	0
Erdgas	0	0,000055	0	0	0	0
Erdöl	0,000002	0,000047	0,000002	0,000002	0,000012	0,000006
Steinkohle	0	0,000063	0	0	0,000011	0
Wasserkraft	0	0,000028	0	0	0	0
Stoffe (prim.)	Bauxit	Alu	Fe-Erz	Fe-Pellets	Kupfer-Erz	Zinkerz
Biomasse	0	0,000011	0	0	0,000003	0
Erze	1,416322	7,780507	2,01686	1,814668	86,25507	1,003533
Luft	0,000102	0,001232	0,000112	0,000079	0,001191	0,000066
Mineralien	0,001051	0,982715	0,00136	0,202806	0,19596	0,000977
Wasser	0,145951	50,83657	1,611595	1,60114	148	0,666256
Stoffe (sek.)	Bauxit	Alu	Fe-Erz	Fe-Pellets	Kupfer-Erz	Zinkerz
Fe-Schrott	0,000577	0,006914	0,000636	0,000441	0,00364	0,000376
NE-Schrott	0	0,000001	0	0	0	0

Aus der Metallstatistik (Metallstatistik 1995) geht hervor, daß im Jahr 1994 die Primäraluminiumproduktion der Bundesrepublik (ca. 0,5 Mio t) nur ein Drittel des inländischen Verbrauchs (ca. 1,5 Mio t) abdeckte. Die Aluminiumimporte werden entsprechend ihrem Produktionsanteil aus Ländern mit hohem Exportanteil gedeckt. Als Hauptversorger des Weltmarktes stehen die GUS-Staaten, Australien, Norwegen sowie Länder in tropischen Zonen (Brasilien, Venezuela sowie Schwarzafrika) zur Verfügung. Kanada wurde als Nettoexporteur nicht berücksichtigt, da es im wesentlichen die Unterversorgung der USA bei Primäraluminium deckt.

BRD	33%	Import-Mix
GUS	30%	44,8%
Australien	12%	17,9%
Tropen	17%	25,4%
Norwegen	8%	11,9%

Entwicklung des Brennstoffmix der Industrie im REF-Szenario

	1995	2020
Steinkohle	22,9%	14,3%
Braunkohle	7,1%	3,2%
Öl	18,6%	14,3%
Gas	51,4%	68,3%

Quelle: PROGROS 1996, Tabelle 6.3-5, eig. Schätzung für 1995

A-3.4 Beheizungsstruktur und Nutzungsgrade der Heizsysteme

Tabelle Beheizungsstrukturen in den alten und neuen Bundesländern im REF-Szenario für „Bauen und Wohnen“ (nach PROGNOSE 1996)

	EFH		MFH			EFH		MFH	
ABL-IST	1995	2020	1995	2020	ABL-neu	1995	2020	1995	2020
Fernwärme	1,0%	2,0%	13,0%	14,0%		2,5%	2,5%	10,0%	10,0%
Öl Zentral	49,0%	36,0%	31,0%	35,0%		42,5%	42,5%	40,0%	40,0%
Gas Zentral	30,0%	50,0%	38,0%	45,0%		50,0%	50,0%	50,0%	50,0%
Kohle Zentral	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Öl Einzel	2,0%	0,0%	4,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gas Einze	2,0%	0,0%	4,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Kohle Einzel	2,0%	0,0%	4,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Strom	10,0%	10,0%	6,0%	6,0%		2,5%	2,5%	0,0%	0,0%
El-WP	2,0%	2,0%	0,0%	0,0%		2,5%	2,5%	0,0%	0,0%
Holz-Hzg	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	EFH		MFH			EFH		MFH	
NBL-IST	1995	2020	1995	2020	NBL-neu	1995	2020	1995	2020
Fernwärme	10,0%	10,0%	35,0%	30,0%		7,5%	10,0%	20,0%	25,0%
Öl Zentral	20,0%	30,0%	3,0%	19,0%		35,0%	30,0%	30,0%	25,0%
Gas Zentral	30,0%	54,0%	10,0%	45,0%		55,0%	55,0%	50,0%	50,0%
Kohle Zentral	12,0%	0,0%	10,0%	2,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Öl Einzel	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gas Einzel	1,0%	0,0%	7,0%	4,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Kohle Einzel	23,0%	0,0%	35,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Strom	4,0%	4,0%	0,0%	0,0%		2,5%	2,5%	0,0%	0,0%
El-WP	0,0%	2,0%	0,0%	0,0%		0,0%	2,5%	0,0%	0,0%
Holz-Hzg	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabelle Beheizungsstrukturen in den alten und neuen Bundesländern im EFF- und SuB-Szenario für „Bauen und Wohnen“ (eigene Annahmen)

	EFH		MFH			EFH		MFH	
ABL-IST	1995	2020	1995	2020	ABL-neu	1995	2020	1995	2020
Fernwärme	1,0%	15,0%	13,0%	30,0%		2,5%	20,0%	10,0%	35,0%
Öl Zentral	49,0%	30,0%	31,0%	25,0%		42,5%	30,0%	40,0%	20,0%
Gas Zentral	30,0%	45,0%	38,0%	35,0%		50,0%	40,0%	50,0%	30,0%
Kohle Zentral	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Öl Einzel	2,0%	0,0%	4,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gas Einzel	2,0%	0,0%	4,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Kohle Einzel	2,0%	0,0%	4,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Strom	10,0%	0,0%	6,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
El-WP	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Holz-Hzg	0,0%	10,0%	0,0%	10,0%		5,0%	10,0%	0,0%	15,0%
	EFH		MFH			EFH		MFH	
NBL-IST	1995	2020	1995	2020	NBL-neu	1995	2020	1995	2020
Fernwärme	10,0%	20,0%	35,0%	35,0%		7,5%	20,0%	20,0%	35,0%
Öl Zentral	20,0%	30,0%	3,0%	20,0%		35,0%	30,0%	30,0%	20,0%
Gas Zentral	30,0%	40,0%	10,0%	30,0%		55,0%	40,0%	50,0%	30,0%
Kohle Zentral	12,0%	0,0%	10,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Öl Einzel	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Gas Einzel	1,0%	0,0%	7,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Kohle Einzel	23,0%	0,0%	35,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Strom	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%		2,5%	0,0%	0,0%	0,0%
El-WP	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Holz-Hzg	0,0%	10,0%	0,0%	15,0%		0,0%	10,0%	0,0%	15,0%

Tabelle Jahresnutzungsgrade (in %) der Heizsysteme in den Szenarien „Bauen und Wohnen“ (nach PROGNOSE 1996)

Heizungssystem	1995	2020
Fernwärme	95,9	96,0
Öl-Zentralheizung	76,4	87,0
Gas-Zentral-/Etagenheizung	78,6	97,0
Kohle-Zentralheizung	69,4	74,0
Öl-Einzelofenheizung	70,0	70,0
Gas-Einzelofenheizung	70,0	70,0
Kohle-Einzelofenheizung	65,0	65,0
Nachtstromspeicherheizungen	98,0	98,0
Elekt.Wärmepumpenheizung	190,0	190,0
Holz-Heizung	70,0	80,0

A-3.5 Transportprozesse

Für die vorliegende Studie wurde folgender Transport-Mix angenommen:

Anteile AO	50%	AO - Außerorts
Anteile AB	25%	AB - Autobahn
Anteile IO	25%	IO - Innerorts

Tabelle: Kennzahlen für die 80er Jahre:

	Lkw-groß-AO-80er	Lkw-groß-AB-80er	Lkw-groß-IO-80er	Lkw-fern Mix	Einheit
spez. Verbrauch	12,952	13,986	16,733	14,15575	MJ/km
Fahrleist.	60000	60000	60000	60000	km/a
Tonnage	20	20	20	20	t
spez. Verbrauch	0,6476	0,6993	0,83665	0,7077875	MJ/t*km
SO ₂	0,0152	0,0164	0,0196	0,0166	g/t*km
NO _x	0,6041	0,598	0,8397	0,6615	g/t*km
Staub	0,0268	0,0227	0,0391	0,0289	g/t*km
CO	0,1098	0,1047	0,1374	0,1154	g/t*km
NM VOC	0,0492	0,0408	0,0853	0,0561	g/t*km
CO ₂	48,24	52,09	62,32	52,7225	g/t*km
CH ₄	0,0015	0,0012	0,0026	0,0017	g/t*km
N ₂ O	0,00375	0,00375	0,00375	0,00375	g/t*km

Tabelle: Kennzahlen entsprechend Abgasnorm EURO-2

	Lkw-groß-AO- EUR2	Lkw-groß-AB- EUR2	Lkw-groß-IO- EUR2	Lkw-fern Mix	
spezifischer Verbrauch :	12,305	13,287	15,879	13,444	MJ/km
Fahrleistung :	60000	60000	60000	60000	km/a
Tonnage :	20	20	20	20	t
spezifischer Verbrauch :	0,61525	0,66435	0,79395	0,6722	MJ/t*km
SO ₂ :	0,0144	0,0156	0,0186	0,0158	g/t*km
NO _x :	0,3625	0,3588	0,5038	0,3969	g/t*km
Staub :	0,008	0,0068	0,0117	0,0086	g/t*km
CO :	0,0878	0,0838	0,1099	0,0923	g/t*km
NMVOC :	0,0397	0,0332	0,0685	0,0453	g/t*km
CO ₂ :	45,83	49,48	59,2	50,0850	g/t*km
CH ₄ :	0,0012	0,001	0,002	0,0014	g/t*km
N ₂ O :	0,00375	0,00375	0,00375	0,00375	g/t*km

Lkw für Dämmstofftransporte:

Die durchschnittliche Dichte der Dämmstoffe, gewichtet nach Einsatzmenge, beträgt

32,7 kg/m³

Bei einem Lkw mit 20t Nutzlast und einem Laderaum von 12x2,4x3= 86,4m³ beträgt damit das Ladegewicht gerundet 3 t.

Anhang 4: Erläuterung der Annahmen für die Nachfrageseite der Szenarien

A-4.1 Energetische Charakterisierung der Gebäude

In diesem Kapitel finden sich die energetischen Grunddaten für die Haustypen des Gebäudebestandes 1995. Die technischen Endwerte sind Grundlage für die energetische Sanierung der Bestandsgebäude in den Szenarien Effizienz sowie Struktur- und Bewußtseinswandel, während die wirtschaftlichen Endwerte für das Szenario Referenz gelten. Weiterhin wird für die Gebäude des Zubaus die Entwicklung des Wärmestandards in den Szenarien aufgeführt. Es wird differenziert in die Standards Wärmeschutzverordnung 1995, Niedrigenergiehaus (NEH) und Passivhaus.

Gebäudebestand nach IWU-Systematik

Haustyp	mittlere Heizwärmekeennzahl in kWh/m ² *a				realisierte Heizwärmekeennz. (GJ/a)			IWU-Typ	Wohnfläche (m ² /Haus)
	Originalwert	Aktueller Wert	techn. Zielwert	wirtsch. Zielwert	Aktuelle r Wert	Endwert techn.	Endwert wirtsch.		
B-EFH-I-ABL	257	203	48	120	73,2	36,9	65,4	EFH-A/B-ABL	1,00E+02
B-EFH-II-ABL	263	204	54	141	71,0	37,1	65,3	EFH-C-ABL	96,67
B-EFH-III-ABL	329	253	60	106	85,8	43,3	72,9	EFH-D-ABL	94,22
B-EFH-IV-ABL	171	146	52	89	60,0	34,9	53,9	EFH-E-ABL	114,21
B-EFH-V-ABL	131	128	48	116	60,3	36,0	58,9	EFH-F/G/H/X-ABL	131,09
B-RHH-I-ABL	249	203	52	122	73,1	37,7	65,5	RH-B-ABL	100
B-RHH-II-ABL	205	166	41	79	57,5	29,3	49,6	RH-C-ABL	96,15
B-RHH-III-ABL	219	163	53	117	55,7	31,3	51,7	RH-D-ABL	95
B-RHH-IV-ABL	211	160	35	93	63,7	31,4	56,8	RH-E-ABL	110,61
B-RHH-V-ABL	149	133	47	101	56,1	32,5	52,7	RH-F/G/H/X-ABL	117,67
B-KMH-I-ABL	196	169	53	109	222,9	123,4	202,1	KMH-A/B-ABL	366,51
B-KMH-II-ABL	222	179	54	107	220,2	120,2	197,1	KMH-C-ABL	341,67
B-KMH-III-ABL	229	184	52	102	202,1	107,9	178,7	KMH-D-ABL	305,13
B-KMH-IV-ABL	213	173	37	72	210,1	102,7	178,2	KMH-E-ABL	337,3
B-KMH-V-ABL	113	97	32	76	131,3	74,4	124,0	KMH-F/	374,53

								G/H/X-ABL	
B-GMH-I-ABL	190	161	56	111	772,8	445,2	710,4	GMH-B-ABL	1333,34
B-GMH-II-ABL	203	164	42	94	708,5	365,9	629,9	GMH-C-ABL	1200
B-GMH-III-ABL	191	151	47	92	599,8	331,3	538,9	GMH-D-ABL	1103,44
B-GMH-IV-ABL	159	136	32	66	619,9	311,8	537,3	GMH-E/F-ABL	1264,52
B-HH-ABL	123	113	31	66	1558,0	825,5	1390,2	HH-E/F-ABL	3829,8
B-EFH-I-NBL		312	66	117	100,1	48,8	83,8	EFH-A/B-NBL	89,12
B-EFH-II-NBL		283	49	80	78,6	36,4	63,9	EFH-C-NBL	77,16
B-EFH-III-NBL		335	80	124	107,9	54,5	90,2	EFH-D/E-NBL	89,45
B-EFH-IV-NBL		167	49	121	69,3	37,5	64,4	EFH-F/G/H/X-NBL	115,61
B-KMH-I-NBL		195	44	102	235,4	116,8	206,1	KMH-A/B-NBL	335,16
B-KMH-II-NBL		161	39	96	183,2	92,9	163,9	KMH-C-NBL	316
B-KMH-III-NBL		175	38	94	192,5	94,5	169,3	KMH-D-NBL	305,56
B-KMH-IV-NBL		174	42	86	224,2	113,6	194,7	KMH-E/F/G/X-NBL	357,91
B-GMH-I-NBL		195	54	125	1009,1	534,8	914,9	GMH-B-NBL	1437,5
B-GMH-II-NBL		102	30	74	435,1	235,2	403,4	GMH-E/F/G/H/X-NBL	1180,76
B-HH-NBL		121	32	71	1455,8	760,5	1300,1	HH-E/F-NBL	3352,02

Entwicklung der prozentualen Verteilung der Wärmestandards von Gebäuden im Zubau nach den Szenarien Referenz (REF), Effizienz (EFF), Struktur- und Bewußtseinswandel (SUB)

Jahr	Szenarioverteilung			Szenarioverteilung		
	REF			EFF und SUB		
	WSV-95	NEH	Passiv	WSV-95	NEH	Passiv
1995	95,00	5,00	0,00	95,00	5,00	0,00
1996	95,00	5,00	0,00	95,00	5,00	0,00
1997	95,00	5,00	0,00	95,00	5,00	0,00
1998	95,00	5,00	0,00	95,00	5,00	0,00
1999	95,00	5,00	0,00	95,00	5,00	0,00
2000	95,00	5,00	0,00	90,00	10,00	0,00
2001	94,33	5,67	0,00	84,33	15,00	0,67
2002	93,67	6,33	0,00	78,67	20,00	1,33
2003	93,00	7,00	0,00	73,00	25,00	2,00
2004	92,33	7,67	0,00	67,33	30,00	2,67
2005	91,67	8,33	0,00	61,67	35,00	3,33
2006	91,00	9,00	0,00	56,00	40,00	4,00
2007	90,33	9,67	0,00	50,33	45,00	4,67
2008	89,67	10,33	0,00	44,67	50,00	5,33
2009	89,00	11,00	0,00	39,00	55,00	6,00
2010	88,33	11,67	0,00	33,33	60,00	6,67
2011	87,67	12,33	0,00	27,67	65,00	7,33
2012	87,00	13,00	0,00	22,00	70,00	8,00
2013	86,33	13,67	0,00	16,33	75,00	8,67
2014	85,67	14,33	0,00	10,67	80,00	9,33
2015	85,00	15,00	0,00	5,00	85,00	10,00
2016	84,33	15,67	0,00	0,00	89,33	10,67
2017	83,67	16,33	0,00	0,00	88,67	11,33
2018	83,00	17,00	0,00	0,00	88,00	12,00
2019	82,33	17,67	0,00	0,00	87,33	12,67
2020	81,67	18,33	0,00	0,00	86,67	13,33

A-4.2 Annahmen zur Entwicklung der Wohneinheiten und Wohnflächen in den Szenarien

Zugang und Abgang von Wohneinheiten (WE) und Wohnfläche (WF) in den alten (ABL) und neuen (NBL) Bundesländern in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang WE	1000 WE	2502	2519	2459	2377	2317	12174
davon ABL	1000 WE	2181	2098	2013	1948	1913	10153
davon NBL	1000 WE	321	421	446	429	404	2021
Zugang WE 1-2 FH	1000 WE	1006	1040	1003	970	931	4951
davon ABL	1000 WE	841	830	780	755	730	3936
davon NBL	1000 WE	165	210	223	215	201	1015
Zugang WE 3+x FH	1000 WE	1496	1479	1456	1407	1386	7223
davon ABL	1000 WE	1340	1268	1233	1193	1183	6217
davon NBL	1000 WE	156	211	223	214	203	1006
Abgang WE	1000 WE	220	298	720	907	1105	3250
davon ABL	1000 WE	132	156	473	660	871	2292
davon NBL	1000 WE	88	142	247	247	234	958
Nettozugang WE	1000 WE	2282	2221	1739	1470	1212	8924
davon ABL	1000 WE	2049	1942	1540	1288	1042	7861
davon NBL	1000 WE	233	279	199	182	170	1063
Æ Zugang	m²/WE	94,0	98,0	101,0	104,0	105,0	100,4
davon ABL	m ² /WE	94,0	99,0	102,0	105,0	106,0	100,8
davon NBL	m ² /WE	94,0	97,0	98,0	100,0	102,0	98,6
Æ Zugang 1-2 FH	m²/WE	124,0	124,0	124,0	125,0	127,0	124,8
davon ABL	m ² /WE	127,1	128,0	129,0	129,0	130,0	128,5
davon NBL	m ² /WE	108,0	109,0	110,0	112,0	114,0	110,1
Æ Zugang 3+x FH	m²/WE	73,8	80,0	85,0	89,0	91,0	83,7
davon ABL	m ² /WE	73,2	79,7	84,3	88,9	91,3	83,2
davon NBL	m ² /WE	79,2	85,4	88,0	92,3	87,4	86,9
Zugang WF	Mio m²	235,2	248,0	248,0	247,0	244,0	1222
davon ABL	Mio m ²	205,0	207,0	204,0	204,0	203,0	1023

davon NBL	Mio m ²	30,2	41,0	44,0	43,0	41,0	199
Zugang WF 1-2 FH	Mio m²	124,7	129,0	124,4	121,2	118,3	618
davon ABL	Mio m ²	106,9	106,0	100,0	98,0	95,0	506
davon NBL	Mio m ²	17,8	23,0	24,4	23,2	23,3	112
Zugang WF 3+x FH	Mio m²	110,5	119,0	123,6	125,8	125,7	605
davon ABL	Mio m ²	98,1	101,0	104,0	106,0	108,0	517
davon NBL	Mio m ²	12,4	18,0	19,6	19,8	17,7	87
Abgang WF gesamt	Mio m²	17,0	23,0	58,0	73,0	89,0	260
davon ABL	Mio m ²	11,0	13,0	40,0	55,0	72,0	191
davon NBL	Mio m ²	6,0	10,0	18,0	18,0	17,0	69
Nettozugang WF	Mio m²	218,2	225,0	190,0	174,0	155,0	962,2
davon ABL	Mio m ²	212,0	206,0	164,0	149,0	131,0	862
davon NBL	Mio m ²	6,2	19,0	26,0	25,0	24,0	100,2

Haustypenverteilung 1-2 FH (ABL) von 1996-2020 in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Æ Zugang FEFH	m ² /WE	140	140	140	140	140	
Anteil FEFH (WE)	%	47,4	51,0	55,0	55,0	59,1	
Zugang FEFH	1000 WE	399	423	429	416	432	2098
Æ Zugang DHH	m ² /WE	120	120	120	120	120	
Anteil DHH (WE)	%	13,8	12,9	11,8	11,8	10,7	
Zugang DHH	1000 WE	116	107	92	89	78	481
Æ Zugang RH	m ² /WE	112	112	112	112	112	
Anteil RH (WE)	%	13,6	12,7	11,6	11,6	10,6	
Zugang RH	1000 WE	114	105	91	88	77	475
Æ Zugang 2 FH	m ² /WE	115	115	115	115	115	
Anteil 2 FH (WE)	%	25,2	23,5	21,6	21,6	19,6	
Zugang 2 FH	1000 WE	212	195	168	163	143	882
Æ Zugang 1-2 FH	m²/WE	127,14	128,00	129,00	129,00	130,00	
Anteil 1-2 FH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 1-2 FH	1000 WE	841	830	780	755	730	3936

Haustypenverteilung 3+x MFH (ABL) von 1996-2020 in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Æ Zugang 13+x MFH	m2/WE	60	60	60	60	60	
Anteil 13+x MFH (WE)	%	54,8	37,6	27,9	14,5	7,3	
Zugang 13+x MFH	1000 WE	735	477	344	173	86	1814
Æ Zugang 7-12 MFH	m2/WE	78	78	78	78	78	
Anteil 7-12 MFH (WE)	%	26,3	31,2	30,1	35,6	38,6	
Zugang 7-12 MFH	1000 WE	353	396	371	425	457	2001
Æ Zugang 3-6 MFH	m2/WE	105	105	105	105	105	
Anteil 3-6 MFH (WE)	%	18,8	31,2	42,1	49,9	54,1	
Zugang 3-6 MFH	1000 WE	252	396	519	595	640	2401
Æ Zugang 3+x MFH	m2/WE	73,2	79,7	84,3	88,9	91,3	
Anteil 3+x MFH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 3+x MFH	1000 WE	1340,0	1268,0	1233,0	1193,0	1183,0	6217,0

Flächenkenndaten durch Zugang von 1-2 FH (ABL) in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang FEFH							
NNF/WE	m2	70	70	70	70	70	
NNF absolut	1000 m2	27907	29602	30051	29087	30213	146860
BGF/WE	m2	308	308	308	308	308	
BGF absolut	1000 m2	122789	130249	132223	127985	132937	646183
VF+FF/WE	m2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	
VF+FF absolut	1000 m2	15628	16577	16828	16289	16919	82241
BF/WE	m2	144,2	144,2	144,2	144,2	144,2	
BF absolut	1000 m2	57488	60980	61904	59920	62239	302531
FBG/WE	m2	756	756	756	756	756	
FBG absolut	1000 m2	301392	319702	324546	314144	326300	1586085
Zugang DHH							
NNF/WE	m2	45	45	45	45	45	
NNF absolut	1000 m2	5211	4800	4135	4002	3518	21665

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
VF+FF/WE	m2	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	
BGF/WE	m2	237,6	237,6	237,6	237,6	237,6	
BGF absolut	1000 m2	27512	25343	21831	21132	18574	114391
VF+FF absolut	1000 m2	3451	3178	2738	2650	2330	14347
BF/WE	m2	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	
BF absolut	1000 m2	11672	10751	9262	8965	7880	48530
FBG/WE	m2	444	444	444	444	444	
FBG absolut	1000 m2	51411	47357	40796	39488	34710	213762
Zugang RH							
NNF/WE	m2	27	27	27	27	27	
NNF absolut	1000 m2	3082	2839	2446	2367	2081	12816
BGF/WE	m2	196,0	196,0	196,0	196,0	196,0	
BGF absolut	1000 m2	22375	20611	17755	17186	15106	93034
VF+FF/WE	m2	25	25	25	25	25	
VF+FF absolut	1000 m2	2854	2629	2265	2192	1927	11867
BF/WE	m2	72,8	72,8	72,8	72,8	72,8	
BF absolut	1000 m2	8311	7656	6595	6383	5611	34556
FBG/WE	m2	224	224	224	224	224	
FBG absolut	1000 m2	25572	23555	20292	19641	17265	106325
Zugang 2 FH							
NNF/WE	m2	41	41	41	41	41	
BGF/WE	m2	210,5	210,5	210,5	210,5	210,5	
BGF absolut	1000 m2	44617	41100	35405	34270	30123	185516
VF+FF/WE	m2	32	32	32	32	32	
VF+FF absolut	1000 m2	6784	6249	5384	5211	4580	28209
BF/WE	m2	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	
BF absolut	1000 m2	17554	16170	13930	13483	11852	72990
FBG/WE	m2	339,3	339,3	339,3	339,3	339,3	
FBG absolut	1000 m2	71924	66254	57074	55245	48559	299056

NNF=Nebennutzfläche, BGF=Bruttogrundfläche, VF+FF=Verkehrs- und Funktionsfläche, BF=bebaute Fläche, FBG= Fläche des Baugrundstücks (FBG)

Flächenkenndaten durch Zugang von 3+x MFH (ABL) in den Szenarien REF/EFF

Zugang 13+x MFH	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
NNF/WE	m2	21	21	21	21	21	
NNF absolut	1000 m2	15430	10015	7214	3636	1808	38103
BGF/WE	m2	118,2	118,2	118,2	118,2	118,2	
BGF absolut	1000 m2	86847	56368	40604	20466	10178	214463
VF+FF/WE	m2	21	21	21	21	21	
BF/WE	m2	32	32	32	32	32	
BF absolut	1000 m2	23512	15260	10993	5541	2756	58061
FBG/WE	m2	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	
Zugang 7-12 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	6955	7792	7301	8371	9004	39424
BGF/WE	m2	137,4	137,4	137,4	137,4	137,4	
BGF absolut	1000 m2	48511	54349	50923	58387	62797	274967
VF+FF/WE	m2	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	
VF+FF absolut	1000 m2	6108	6843	6412	7351	7907	34621
BF/WE	m2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	
BF absolut	1000 m2	13840	15506	14528	16658	17916	78448
FBG/WE	m2	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	
Zugang 3-6 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	5044	7911	10377	11898	12797	48028
BGF/WE	m2	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	
BGF absolut	1000 m2	43957	68945	90438	103693	111526	418560
VF+FF/WE	m2	21,25	21,25	21,25	21,25	21,25	
BF/WE	m2	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4	
BF absolut	1000 m2	12446	19521	25606	29359	31577	118508
FBG/WE	m2	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	
FBG absolut	1000 m2	44486	69776	91528	104943	112870	423603

NNF=Nebennutzfläche, BGF=Bruttogrundfläche, VF+FF=Verkehrs- und Funktionsfläche, BF=bebaute Fläche, FBG= Fläche des Baugrundstücks (FBG)

Haustypenverteilung 1-2 FH (NBL) von 1996-2020 in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Ø Zugang FEFH	m2/WE	130	130	130	130	130	
Anteil FEFH (WE)	%	19,8	23,3	27,0	34,3	41,6	
Zugang FEFH	1000 WE	33	49	60	74	84	299
Ø Zugang DHH	m2/WE	110	110	110	110	110	
Anteil DHH (WE)	%	21,0	20,1	19,1	17,2	15,3	
Zugang DHH	1000 WE	35	42	43	37	31	188
Ø Zugang RH	m2/WE	100	100	100	100	100	
Anteil RH (WE)	%	20,7	19,8	18,9	17,0	15,1	
Zugang RH	1000 WE	34	42	42	36	30	185
Ø Zugang 2 FH	m2/WE	100	100	100	100	100	
Anteil 2 FH (WE)	%	38,5	36,8	35,0	31,5	28,0	
Zugang 2 FH	1000 WE	64	77	78	68	56	343
Ø Zugang 1-2 FH	m2/WE	108,03	109,00	110,00	112,00	114,00	
Anteil 1-2 FH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 1-2FH	1000 WE	165	210	223	215	201	1015

Haustypenverteilung 3+x MFH (NBL) von 1996-2020 in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Ø Zugang 13+x MFH	m2/WE	60	60	60	60	60	
Anteil 13+x MFH (WE)	%	39,2	24,6	17,1	10,2	22,9	
Zugang 13+x MFH	1000 WE	61	52	38	22	46	219
Ø Zugang 7-12 MFH	m2/WE	78	78	78	78	78	
Anteil 7-12 MFH (WE)	%	30,4	31,4	34,5	29,9	27,0	
Zugang 7-12 MFH	1000 WE	48	66	77	64	55	309
Ø Zugang 3-6 MFH	m2/WE	105	105	105	105	105	
Anteil 3-6 MFH (WE)	%	30,4	44,0	48,4	59,8	50,1	
Zugang 3-6 MFH	1000 WE	48	93	108	128	102	478
Ø Zugang 3+x MFH	m2/WE	79,2	85,4	88,0	92,3	87,4	
Anteil 3+x MFH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 3+x MFH	1000 WE	156	211	223	214	203	1006

Flächenkenndaten durch Zugang von 1-2 FH (NBL) in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang FEFH							
NNF/WE	m2	65	65	65	65	65	
NNF absolut	1000 m2	2122	3186	3912	4784	5442	19446
BGF/WE	m2	286	286	286	286	286	
BGF absolut	1000 m2	9339	14018	17212	21048	23945	85561
VF+FF/WE	m2	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	
VF+FF absolut	1000 m2	1189	1784	2191	2679	3048	10890
BF/WE	m2	133,9	133,9	133,9	133,9	133,9	
BF absolut	1000 m2	4372	6563	8058	9854	11210	40058
FBG/WE	m2	702	702	702	702	702	
FBG absolut	1000 m2	22922	34408	42247	51662	58773	210014
Zugang DHH							
NNF/WE	m2	40	40	40	40	40	
NNF absolut	1000 m2	1389	1691	1709	1480	1234	7502
BGF/WE	m2	217,8	217,8	217,8	217,8	217,8	
BGF absolut	1000 m2	7562	9206	9306	8058	6717	40850
VF+FF/WE	m2	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	
VF+FF absolut	1000 m2	986	1200	1213	1051	876	5327
BF/WE	m2	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	
BF absolut	1000 m2	3208	3906	3948	3419	2850	17330
FBG/WE	m2	407	407	407	407	407	
FBG absolut	1000 m2	14131	17203	17391	15059	12552	76335
Zugang RH							
NNF/WE	m2	21	21	21	21	21	
NNF absolut	1000 m2	719	875	885	766	639	3883
BGF/WE	m2	175,0	175,0	175,0	175,0	175,0	
BGF absolut	1000 m2	5991	7293	7372	6384	5321	32360
VF+FF/WE	m2	25	25	25	25	25	
VF+FF absolut	1000 m2	856	1042	1053	912	760	4623

BF/WE	m2	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	
BF absolut	1000 m2	2225	2709	2738	2371	1976	12019
FBG/WE	m2	200	200	200	200	200	
FBG absolut	1000 m2	6846	8335	8425	7296	6081	36983
Zugang 2 FH							
NNF/WE	m2	44	44	44	44	44	
NNF absolut	1000 m2	2797	3405	3442	2981	2485	15110
BGF/WE	m2	183,0	183,0	183,0	183,0	183,0	
BGF absolut	1000 m2	11634	14163	14317	12397	10333	62845
VF+FF/WE	m2	35	35	35	35	35	
VF+FF absolut	1000 m2	2225	2709	2738	2371	1976	12019
BF/WE	m2	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	
BF absolut	1000 m2	4577	5572	5633	4878	4066	24726
FBG/WE	m2	295,0	295,0	295,0	295,0	295,0	
FBG absolut	1000 m2	18754	22831	23079	19985	16658	101307

NNF=Nebennutzfläche, BGF=Bruttogrundfläche, VF+FF=Verkehrs- und Funktionsfläche, BF=bebaute Fläche, FBG= Fläche des Baugrundstücks (FBG)

Flächenkenndaten durch Zugang von 3+x MFH (NBL) in den Szenarien REF/EFF

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang 13+x MFH							
NNF/WE	m2	21	21	21	21	21	
NNF absolut	1000 m2	1285	1090	800	460	973	4609
BGF/WE	m2	118,2	118,2	118,2	118,2	118,2	
BGF absolut	1000 m2	7232	6135	4506	2589	5477	25939
VF+FF/WE	m2	21	21	21	21	21	
VF+FF absolut	1000 m2	1285	1090	800	460	973	4609
BF/WE	m2	32	32	32	32	32	
BF absolut	1000 m2	1958	1661	1220	701	1483	7022
FBG/WE	m2	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	
FBG absolut	1000 m2	4993	4235	3110	1788	3781	17907

Zugang 7-12 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	936	1303	1515	1263	1077	6094
BGF/WE	m2	137,4	137,4	137,4	137,4	137,4	
BGF absolut	1000 m2	6527	9088	10569	8806	7513	42504
VF+FF/WE	m2	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	
VF+FF absolut	1000 m2	822	1144	1331	1109	946	5352
BF/WE	m2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	
BF absolut	1000 m2	1862	2593	3015	2512	2143	12126
FBG/WE	m2	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	
FBG absolut	1000 m2	5039	7017	8160	6799	5800	32815
Zugang 3-6 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	950	1852	2154	2564	2031	9551
BGF/WE	m2	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	
BGF absolut	1000 m2	8280	16141	18770	22343	17700	83234
VF+FF/WE	m2	21,25	21,25	21,25	21,25	21,25	
VF+FF absolut	1000 m2	1009	1968	2288	2724	2158	10148
BF/WE	m2	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4	
BF absolut	1000 m2	2344	4570	5314	6326	5011	23566
FBG/WE	m2	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	
FBG absolut	1000 m2	8380	16335	18996	22612	17913	84236

NNF=Nebennutzfläche, BGF=Bruttogrundfläche, VF+FF=Verkehrs- und Funktionsfläche, BF=bebaute Fläche, FBG= Fläche des Baugrundstücks (FBG)

Zugang und Abgang von Wohneinheiten (WE) und Wohnfläche (WF) in den alten (ABL) und neuen (NBL) Bundesländern im Szenario SuB

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang WE	1000 WE	2502	2519	2459	2377	2317	12174
davon ABL	1000 WE	2181	2098	2013	1948	1913	10153
davon NBL	1000 WE	321	421	446	429	404	2021
Zugang WE 1-2 FH	1000 WE	1006	1014	953	897	838	4708
davon ABL	1000 WE	841	809	741	698	657	3746
davon NBL	1000 WE	165	205	212	199	181	962
Zugang WE 3+x FH	1000 WE	1496	1505	1506	1480	1479	7466
davon ABL	1000 WE	1340	1289	1272	1250	1256	6406
davon NBL	1000 WE	156	216	234	230	223	1060
Abgang WE	1000 WE	220	298	720	907	1105	3250
davon ABL	1000 WE	132	156	473	660	871	2292
davon NBL	1000 WE	88	142	247	247	234	958
Nettozugang WE	1000 WE	2282	2221	1739	1470	1212	8924
davon ABL	1000 WE	2049	1942	1540	1288	1042	7861
davon NBL	1000 WE	233	279	199	182	170	1063
0 Zugang	m2/WE	94,0	90,4	86,4	82,8	79,2	86,7
davon ABL	m2/WE	94,0	90,4	86,0	82,2	78,2	86,4
davon NBL	m2/WE	94,0	90,5	88,2	85,8	83,8	88,2
0 Zugang 1-2 FH	m2/WE	124	118	112	107	102	113,0
davon ABL	m2/WE	127,1	120,7	114,4	108,0	101,7	115,2
davon NBL	m2/WE	108,0	106,4	104,8	102,6	101,5	104,6
0 Zugang 3+x FH	m2/WE	73,8	72,0	70,1	68,3	66,4	70,1
davon ABL	m2/WE	73,2	71,4	69,5	67,7	65,9	69,6
davon NBL	m2/WE	79,2	77,2	75,2	73,3	71,3	73,3
Zugang WF	Mio m2	235,2	227,8	212,6	196,9	183,4	1056
davon ABL	Mio m2	205,0	189,7	173,2	160,1	149,5	877
davon NBL	Mio m2	30,2	38,1	39,3	36,8	33,9	178
Zugang WF 1-2 FH	Mio m2	124,72	119,49	106,97	95,83	85,18	532

davon ABL	Mio m2	106,9	97,7	84,8	75,4	66,8	432
davon NBL	Mio m2	17,8	21,8	22,2	20,4	18,4	101
Zugang WF 3+x FH	Mio m2	110,5	108,3	105,6	101,0	98,2	524
davon ABL	Mio m2	98,1	92,0	88,5	84,6	82,7	446
davon NBL	Mio m2	12,4	16,3	17,1	16,4	15,5	78
Abgang WF	Mio m2	17,0	23,0	58,0	73,1	89,3	260
davon ABL	Mio m2	11,0	13,0	40,0	55,0	72,0	176
davon NBL	Mio m2	6,0	10,0	18,0	18,1	17,3	84
Nettozugang WF	Mio m2	218	205	155	124	94	796
davon ABL	Mio m2	212	188,7	133,2	105,1	77,5	716,5
davon NBL	Mio m2	6,2	16,2	21,3	18,7	16,6	79

Haustypenverteilung 1-2 FH (ABL) von 1996-2020 im Szenario SuB

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Ø Zugang FEFH	m2/WE	140	140	140	140	140	
Anteil FEFH (WE)	%	47,4	44,6	29,5	15,4	1,5	
Zugang FEFH	1000 WE	399	361	218	108	10	1095
Ø Zugang DHH	m2/WE	120	120	120	120	120	
Anteil DHH (WE)	%	13,8	14,5	13,0	9,4	5,5	
Zugang DHH	1000 WE	116	117	96	65	36	431
Ø Zugang RH	m2/WE	112	100	100	100	100	
Anteil RH (WE)	%	13,6	14,3	23,7	32,8	38,2	
Zugang RH	1000 WE	114	116	175	229	251	885
Ø Zugang 2 FH	m2/WE	115	100	100	100	100	
Anteil 2 FH (WE)	%	25,2	26,6	33,8	42,5	54,9	
Zugang 2 FH	1000 WE	212	215	251	296	361	1335
Ø Zugang 1-2 FH	m2/WE	127,14	120,75	114,39	108,04	101,68	
Anteil 1-2 FH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 1-2 FH	1000 WE	841	809	741	698	657	3746

Haustypenverteilung 3+x MFH (ABL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Ø Zugang 13+x MFH	m2/WE	60	60	60	60	60	
Anteil 13+x MFH (WE)	%	54,8	57,9	61,5	65,7	71,0	
Zugang 13+x MFH	1000 WE	735	746	782	821	891	3975
Ø Zugang 7-12 MFH	m2/WE	78	78	78	78	78	
Anteil 7-12 MFH (WE)	%	26,3	28,1	28,9	28,6	26,6	
Zugang 7-12 MFH	1000 WE	353	362	368	357	334	1774
Ø Zugang 3-6 MFH	m2/WE	105	105	105	105	105	
Anteil 3-6 MFH (WE)	%	18,8	14,0	9,6	5,7	2,4	
Zugang 3-6 MFH	1000 WE	252	181	123	71	30	657
Ø Zugang 3+x MFH	m2/WE	73,2	71,4	69,5	67,7	65,9	
Anteil 3+x MFH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 3+x MFH	1000 WE	1340,0	1288,8	1272,0	1249,6	1256,0	6406,4

Flächenkennndaten durch Zugang von 1-2 FH (ABL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang FEFH							
NNF/WE	m2	70	70	70	70	70	
NNF absolut	1000 m2	27907	25268	15285	7531	678	76669
BGF/WE	m2	308	308	308	308	308	
BGF absolut	1000 m2	122789	111180	67255	33136	2981	337342
VF+FF/WE	m2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	
VF+FF absolut	1000 m2	15628	14150	8560	4217	379	42934
BF/WE	m2	144,2	144,2	144,2	144,2	144,2	
BF absolut	1000 m2	57488	52053	31488	15514	1396	157937
FBG/WE	m2	756	756	756	756	756	
FBG absolut	1000 m2	301392	272897	165081	81335	7317	828022
Zugang DHH							
NNF/WE	m2	45	45	45	45	45	
NNF absolut	1000 m2	5211	5285	4339	2943	1612	19390

BGF/WE	m2	237,6	237,6	237,6	237,6	237,6	
BGF absolut	1000 m2	27512	27905	22911	15539	8513	102380
VF+FF/WE	m2	29,8	29,8	29,8	29,8	29,8	
VF+FF absolut	1000 m2	3451	3500	2874	1949	1068	12841
BF/WE	m2	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	
BF absolut	1000 m2	11672	11838	9720	6592	3612	43434
FBG/WE	m2	444	444	444	444	444	
FBG absolut	1000 m2	51411	52145	42814	29038	15908	191317
Zugang RH							
NNF/WE	m2	27	21	21	21	21	
NNF absolut	1000 m2	3082	2432	3685	4807	5267	19273
BGF/WE	m2	196,0	175,0	175,0	175,0	175,0	
BGF absolut	1000 m2	22375	20263	30712	40058	43891	157300
VF+FF/WE	m2	25	25	25	25	25	
VF+FF absolut	1000 m2	2854	2895	4387	5723	6270	22129
BF/WE	m2	72,8	65,0	65,0	65,0	65,0	
BF absolut	1000 m2	8311	7526	11407	14879	16302	58426
FBG/WE	m2	224	200	200	200	200	
FBG absolut	1000 m2	25572	23158	35100	45781	50161	179772
Zugang 2 FH							
NNF/WE	m2	41	44	44	44	44	
NNF absolut	1000 m2	8692	9462	11031	13045	15870	58101
BGF/WE	m2	210,5	183,0	183,0	183,0	183,0	
BGF absolut	1000 m2	44617	39352	45880	54257	66005	250112
VF+FF/WE	m2	32	35	35	35	35	
VF+FF absolut	1000 m2	6784	7526	8775	10377	12624	46087
BF/WE	m2	82,8	72,0	72,0	72,0	72,0	
BF absolut	1000 m2	17554	15483	18051	21347	25969	98405
FBG/WE	m2	339,3	295,0	295,0	295,0	295,0	
FBG absolut	1000 m2	71924	63437	73960	87463	106402	403186

Flächenkenndaten durch Zugang von 3+x MFH (ABL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang 13+x MFH							
NNF/WE	m2	21	21	21	21	21	
NNF absolut	1000 m2	15430	15667	16416	17250	18717	83479
BGF/WE	m2	118,2	118,2	118,2	118,2	118,2	
BGF absolut	1000 m2	86847	88182	92397	97092	105351	469869
VF+FF/WE	m2	21	21	21	21	21	
VF+FF absolut	1000 m2	15430	15667	16416	17250	18717	83479
BF/WE	m2	32	32	32	32	32	
BF absolut	1000 m2	23512	23873	25014	26285	28521	127207
FBG/WE	m2	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	
FBG absolut	1000 m2	59955	60877	63787	67028	72730	324377
Zugang 7-12 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	6955	7128	7244	7030	6586	34943
BGF/WE	m2	137,4	137,4	137,4	137,4	137,4	
BGF absolut	1000 m2	48511	49712	50525	49029	45935	243713
VF+FF/WE	m2	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	
VF+FF absolut	1000 m2	6108	6259	6362	6173	5784	30686
BF/WE	m2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	
BF absolut	1000 m2	13840	14183	14415	13988	13105	69531
FBG/WE	m2	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	
FBG absolut	1000 m2	37453	38380	39008	37853	35464	188159
Zugang 3-6 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	5044	3618	2451	1427	608	13149
BGF/WE	m2	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	
BGF absolut	1000 m2	43957	31531	21365	12439	5297	114589
VF+FF/WE	m2	21,25	21,25	21,25	21,25	21,25	
VF+FF absolut	1000 m2	5359	3844	2605	1517	646	13970
BF/WE	m2	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4	

BF absolut	1000 m2	12446	8928	6049	3522	1500	32444
FBG/WE	m2	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	
FBG absolut	1000 m2	44486	31911	21622	12589	5361	115970

Haustypenverteilung 1-2 FH (NBL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Ø Zugang FEFH	m2/WE	130	130	130	130	130	
Anteil FEFH (WE)	%	19,8	13,7	9,0	3,2	0,7	
Zugang FEFH	1000 WE	33	28	19	6	1	87
Ø Zugang DHH	m2/WE	110	110	110	110	110	
Anteil DHH (WE)	%	21,0	22,6	20,5	16,4	13,2	
Zugang DHH	1000 WE	35	46	43	33	24	181
Ø Zugang RH	m2/WE	100	100	100	100	100	
Anteil RH (WE)	%	20,7	22,3	26,9	33,9	38,5	
Zugang RH	1000 WE	34	46	57	67	70	274
Ø Zugang 2 FH	m2/WE	100	100	100	100	100	
Anteil 2 FH (WE)	%	38,5	41,4	43,6	46,4	47,6	
Zugang 2 FH	1000 WE	64	85	93	92	86	419
Ø Zugang 1-2 FH	m2/WE	108,03	106,38	104,76	102,60	101,52	
Anteil 1-2 FH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 1-2 FH	1000 WE	165	205	212	199	181	962

Haustypenverteilung 3+x MFH (NBL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Ø Zugang 13+x MFH	m2/WE	60	60	60	60	60	
Anteil 13+x MFH (WE)	%	39,2	41,1	43,6	46,4	49,9	
Zugang 13+x MFH	1000 WE	61	89	102	107	111	470
Ø Zugang 7-12 MFH	m2/WE	78	78	78	78	78	
Anteil 7-12 MFH (WE)	%	30,4	34,3	37,6	40,2	41,8	
Zugang 7-12 MFH	1000 WE	48	74	88	93	93	396
Ø Zugang 3-6 MFH	m2/WE	105	105	105	105	105	
Anteil 3-6 MFH (WE)	%	30,4	24,5	18,8	13,4	8,4	

Zugang 3-6 MFH	1000 WE	48	53	44	31	19	194
Ø Zugang 3+x MFH	m2/WE	79,2	77,2	75,2	73,3	71,3	
Anteil 3+x MFH	%	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
Zugang 3+x MFH	1000 WE	156	216	234	230	223	1060

Flächenkenndaten durch Zugang von 1-2 FH (NBL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang FEFH							
NNF/WE	m2	65	65	65	65	65	
NNF absolut	1000 m2	2122	1828	1246	412	79	5686
BGF/WE	m2	286	286	286	286	286	
BGF absolut	1000 m2	9339	8042	5482	1812	346	25020
VF+FF/WE	m2	36,4	36,4	36,4	36,4	36,4	
VF+FF absolut	1000 m2	1189	1023	698	231	44	3184
BF/WE	m2	133,9	133,9	133,9	133,9	133,9	
BF absolut	1000 m2	4372	3765	2567	848	162	11714
FBG/WE	m2	702	702	702	702	702	
FBG absolut	1000 m2	22922	19739	13457	4447	849	61414
Zugang DHH							
NNF/WE	m2	40	40	40	40	40	
NNF absolut	1000 m2	1389	1851	1736	1306	955	7237
BGF/WE	m2	217,8	217,8	217,8	217,8	217,8	
BGF absolut	1000 m2	7562	10079	9454	7109	5202	39406
VF+FF/WE	m2	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	
VF+FF absolut	1000 m2	986	1314	1233	927	678	5138
BF/WE	m2	92,4	92,4	92,4	92,4	92,4	
BF absolut	1000 m2	3208	4276	4011	3016	2207	16717
FBG/WE	m2	407	407	407	407	407	
FBG absolut	1000 m2	14131	18834	17666	13284	9721	73637
Zugang RH							
NNF/WE	m2	21	21	21	21	21	
	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe

NNF absolut	1000 m2	719	958	1195	1416	1463	5751
BGF/WE	m2	175,0	175,0	175,0	175,0	175,0	
BGF absolut	1000 m2	5991	7984	9962	11796	12191	47924
VF+FF/WE	m2	25	25	25	25	25	
VF+FF absolut	1000 m2	856	1141	1423	1685	1742	6846
BF/WE	m2	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	
BF absolut	1000 m2	2225	2966	3700	4382	4528	17800
FBG/WE	m2	200	200	200	200	200	
FBG absolut	1000 m2	6846	9125	11385	13482	13932	54770
Zugang 2 FH							
NNF/WE	m2	44	44	44	44	44	
NNF absolut	1000 m2	2797	3728	4070	4059	3795	18449
BGF/WE	m2	183,0	183,0	183,0	183,0	183,0	
BGF absolut	1000 m2	11634	15506	16928	16880	15783	76731
VF+FF/WE	m2	35	35	35	35	35	
VF+FF absolut	1000 m2	2225	2966	3238	3228	3019	14675
BF/WE	m2	72,0	72,0	72,0	72,0	72,0	
BF absolut	1000 m2	4577	6101	6660	6641	6210	30189
FBG/WE	m2	295,0	295,0	295,0	295,0	295,0	
FBG absolut	1000 m2	18754	24996	27288	27212	25443	123692

Flächenkenndaten durch Zugang von 3+x MFH (NBL) von 1996-2020 im SuB-Szenario

	Einheit	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Summe
Zugang 13+x MFH							
NNF/WE	m2	21	21	21	21	21	
NNF absolut	1000 m2	1285	1868	2140	2246	2335	9874
BGF/WE	m2	118,2	118,2	118,2	118,2	118,2	
BGF absolut	1000 m2	7232	10513	12047	12641	13144	55578
VF+FF/WE	m2	21	21	21	21	21	
VF+FF absolut	1000 m2	1285	1868	2140	2246	2335	9874
BF/WE	m2	32	32	32	32	32	
BF absolut	1000 m2	1958	2846	3261	3422	3558	15046

FBG/WE	m2	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	
FBG absolut	1000 m2	4993	7257	8317	8727	9074	38368
Zugang 7-12 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	936	1463	1735	1824	1835	7792
BGF/WE	m2	137,4	137,4	137,4	137,4	137,4	
BGF absolut	1000 m2	6527	10204	12099	12719	12801	54349
VF+FF/WE	m2	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	
VF+FF absolut	1000 m2	822	1285	1523	1601	1612	6843
BF/WE	m2	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2	
BF absolut	1000 m2	1862	2911	3452	3629	3652	15506
FBG/WE	m2	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	
FBG absolut	1000 m2	5039	7878	9341	9820	9883	41961
Zugang 3-6 MFH							
NNF/WE	m2	20	20	20	20	20	
NNF absolut	1000 m2	950	1061	881	617	373	3881
BGF/WE	m2	174,3	174,3	174,3	174,3	174,3	
BGF absolut	1000 m2	8280	9246	7674	5378	3248	33826
VF+FF/WE	m2	21,25	21,25	21,25	21,25	21,25	
VF+FF absolut	1000 m2	1009	1127	936	656	396	4124
BF/WE	m2	49,4	49,4	49,4	49,4	49,4	
BF absolut	1000 m2	2344	2618	2173	1523	920	9577
FBG/WE	m2	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	
FBG absolut	1000 m2	8380	9357	7766	5443	3287	34233

A-4.3 Abgang des Bestandes

Die Klassierung und Definition der Bestandshäuser geht auf umfangreiche Arbeiten des Instituts für Wohnen und Umwelt zurück⁸. Die Klassierung der Häuser erfolgte unter den Gesichtspunkten Altersklasse, Gebäudeklasse (z.B. Reihenhaus oder Hochhaus etc.) sowie alte und neue Bundesländer. In der folgenden Tabelle ist die Klassifizierung des Bestandes aufgeführt.

Legende Hausbezeichnungen			
ABL	Altersklasse	Kürzel im Stoffstrommodell	Typ n. Görg
Einfamilienhaus	bis 1918	EFH-I	EF I/MB
Einfamilienhaus	1919-1948	EFH-II	EF II/MB
Einfamilienhaus	1949-1957	EFH-III	EF III/MB
Einfamilienhaus	1958-1968	EFH-IV	EF IV/MB
Einfamilienhaus	1969-1995	EFH-V	EF V/MB
Reihenhaus	bis 1918	RHH-I	EF I/MB
Reihenhaus	1919-1948	RHH-II	EF II/MB
Reihenhaus	1949-1957	RHH-III	EF III/MB
Reihenhaus	1958-1968	RHH-IV	EF IV/MB
Reihenhaus	1969-1995	RHH-V	EF V/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	bis 1918	KMH-I	MF I/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1919-1948	KMH-II	MF II/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1949-1957	KMH-III	MF III/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1958-1968	KMH-IV	MF IV/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1969-1995	KMH-V	MF V/MB
Großes Mehrfamilienhaus	bis 1918	GMH-I	MF I/MB
Großes Mehrfamilienhaus	1919-1948	GMH-II	MF II/MB

⁸ Für das Stoffstrommodell wurden einige der Altersklassen der IWU-Systematik jedoch zusammengeführt, um die Anzahl der Bestandstypen einzuschränken.

Großes Mehrfamilienhaus	1949-1957	GMH-III	MF III/MB
Großes Mehrfamilienhaus	1958-1978	GMH-IV	MF IV-V/SK
Hochhaus	1958-1978	HH	MF IV-V/PL
Legende Hausbezeichnungen			
NBL	Altersklasse	Kürzel im Stoffstrommodell	Typ n. Görg
Einfamilienhaus	bis 1918	EFH-I	EF I/MB
Einfamilienhaus	1919-1945	EFH-II	EF II/MB
Einfamilienhaus	1946-1970	EFH-III	EF IV/MB
Einfamilienhaus	1971-1995	EFH-IV	EF V/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	bis 1918	KMH-I	MF I/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1919-1945	KMH-II	MF II/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1946-1965	KMH-III	MF III/MB
Kleines Mehrfamilienhaus	1961-1995	KMH-IV	MF IV-V/BL
Großes Mehrfamilienhaus	bis 1918	GMH-I	MF I/MB
Großes Mehrfamilienhaus	1965-1990	GMH-II	MF IV-V/PL
Hochhaus	1965-1985	HH	MF IV-V/PL

Die Abrißquoten für das erste Jahrfünft im Betrachtungszeitraum (1996-2000) wurden durch Fortführung der aktuellen Zahlen des Statistischen Bundesamtes zum Abriß von Wohngebäuden (StBA 1995) ermittelt. Die fehlende Differenz zu den Abgangszahlen von Prognos (bezogen auf die Wohnfläche) wird als Umwidmung⁹ interpretiert, die entsprechend berechnet wird. In den folgenden Jahrfünften werden die Umwidmungsquoten konstant gehalten (bezogen auf Bestand 1995) und der Abriß steigt entsprechend den stärker aggregierten Werten von Prognos deutlich an. Der Schwerpunkt des Anstieges liegt dabei vor allem bei den mit nachweislich oft in schlechter Qualität (dünne Wände, schlechte Bauausführung, feuchte Keller etc.) errichteten Gebäuden der Nachkriegszeit. **Es wird der Abgang im Stoffstrommodell nicht über die Szenarien differenziert.**

Abriß 1996-2000 in den ABL			
(Trendfortführung des Abgang in 1993 nach StaBuA)			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 1996-2000 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I + RHH-I	234	2212	9,45
KMH-I + GMH-I	165	781,5	4,74
EFH-II + RHH-II	166	1448,5	8,73
KMH-II + GMH-II	94	464	4,94
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	1130,5	2,51
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	605,5	1,50
EFH-V + RHH-V	657,8	84	0,13
KMH-V + HH	388,5	89	0,23
	S 2558,3	S 6815	2,66

Umwidmung 1996-2000 in den ABL				
(Trendfortführung der Umwidmung in 1993 nach StaBuA)				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 1996-2000 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 1996-2000 in 1000 m2
EFH-I + RHH-I	234	117	0,5	2329,0
KMH-I + GMH-I	165	660	4,0	1441,5
EFH-II + RHH-II	166	83	0,5	1531,5
KMH-II + GMH-II	94	188	2,0	652,0
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	225	0,5	1355,5
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	806	2,0	1411,5
EFH-V + RHH-V	657,8	328,9	0,5	412,9
KMH-V + HH	388,5	1777,1	4,6	1866,1
	S 2558,3	S 4185	1,6	S 11000

⁹ Konkrete Zahlen zur Umwidmung sind in der Realität durch die offizielle Statistik schwieriger erfaßbar als der Abriß.

Abriß 1996-2000 in den NBL			
(Trendfortführung des Abgang in 1993 nach StaBuA)			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 1996-2000 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I	99,9	535,5	5,36
KMH-I + GMH-I	72,8	1023	14,05
EFH-II	52,7	251	4,76
KMH-II	40,7	324	7,96
EFH-III	24,6	59,5	2,42
KMH-III	20,9	161	7,70
EFH-IV	35,1	12,5	0,36
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	46,5	0,30
	S 500	S 2413	4,83

Umwidmung 1996-2000 in den NBL				
(Trendfortführung der Umwidmung in 1993 nach StaBuA)				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 1996-2000 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 1996-2000 in 1000 m2
EFH-I	99,9	49,95	0,5	585,5
KMH-I + GMH-I	72,8	1092	15	2115,0
EFH-II	52,7	26,35	0,5	277,4
KMH-II	40,7	610,5	15	934,5
EFH-III	24,6	12,3	0,5	71,8
KMH-III	20,9	104,5	5	265,5
EFH-IV	35,1	17,55	0,5	30,1
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	1673,85	10,9	1720,4
	S 500	S 3587	7,2	S 6000

Abriß 2001-2005 in den ABL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2001-2005 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I + RHH-I	234	2340	10,00
KMH-I + GMH-I	165	825	5,00
EFH-II + RHH-II	166	1494	9,00
KMH-II + GMH-II	94	470	5,00
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	2080	4,62
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	1410,5	3,50
EFH-V + RHH-V	657,8	98,67	0,15
KMH-V + HH	388,5	97,125	0,25
	S 2558,3	S 8815	3,45

Umwidmung 2001-2005 in den ABL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2001-2005 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2001-2005 in 1000 m2
EFH-I + RHH-I	234	117	0,5	2457,0
KMH-I + GMH-I	165	660	4,0	1485,0
EFH-II + RHH-II	166	83	0,5	1577,0
KMH-II + GMH-II	94	188	2,0	658,0
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	225	0,5	2304,7
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	806	2,0	2216,5
EFH-V + RHH-V	657,8	328,9	0,5	427,6
KMH-V + HH	388,5	1777,1	4,6	1874,2
	§ 2558,3	§ 4185	1,6	§ 13000,0

Abriß 2001-2005 in den NBL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2001-2005 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I	99,9	1898,1	19,00
KMH-I + GMH-I	72,8	2184	30,00
EFH-II	52,7	790,5	15,00
KMH-II	40,7	814	20,00
EFH-III	24,6	98,4	4,00
KMH-III	20,9	362,95	17,37
EFH-IV	35,1	35,1	1,00
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	229,95	1,50
	§ 500	§ 6413	12,83

Umwidmung 2001-2005 in den NBL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2001-2005 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2001-2005 in 1000 m2
EFH-I	99,9	49,95	0,5	1948,1
KMH-I + GMH-I	72,8	1092	15	3276,0
EFH-II	52,7	26,35	0,5	816,9
KMH-II	40,7	610,5	15	1424,5
EFH-III	24,6	12,3	0,5	110,7
KMH-III	20,9	104,5	5	467,5
EFH-IV	35,1	17,55	0,5	52,7
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	1673,85	10,9	1903,8
	§ 500	§ 3587	7,2	§ 10000,0

Abriß 2006-2010 in den ABL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2006-2010 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I + RHH-I	234	7020	30,00
KMH-I + GMH-I	165	3300	20,00
EFH-II + RHH-II	166	4150	25,00
KMH-II + GMH-II	94	1410	15,00
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	11549	25,66
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	8060	20,00
EFH-V + RHH-V	657,8	131,56	0,20
KMH-V + HH	388,5	194,25	0,50
	S 2558,3	S 35815	14,00

Umwidmung 2006-2010 in den ABL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2006-2010 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2006-2010 in 1000 m2
EFH-I + RHH-I	234	117	0,5	7137,0
KMH-I + GMH-I	165	660	4,0	3960,0
EFH-II + RHH-II	166	83	0,5	4233,0
KMH-II + GMH-II	94	188	2,0	1598,0
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	225	0,5	11774,2
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	806	2,0	8866,0
EFH-V + RHH-V	657,8	328,9	0,5	460,5
KMH-V + HH	388,5	1777,1	4,6	1971,4
	S 2558,3	S 4185	1,6	S 40000

Abriß 2006-2010 in den NBL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2006-2010 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I	99,9	4995	50,00
KMH-I + GMH-I	72,8	4368	60,00
EFH-II	52,7	1844,5	35,00
KMH-II	40,7	1221	30,00
EFH-III	24,6	369	15,00
KMH-III	20,9	1179,6	56,44
EFH-IV	35,1	52,65	1,50
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	383,25	2,50
	S 500	S 14413	28,83

Umwidmung 2006-2010 in den NBL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2006-2010 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2006-2010 in 1000 m2
EFH-I	99,9	49,95	0,5	5045,0
KMH-I + GMH-I	72,8	1092	15	5460,0
EFH-II	52,7	26,35	0,5	1870,9
KMH-II	40,7	610,5	15	1831,5
EFH-III	24,6	12,3	0,5	381,3
KMH-III	20,9	104,5	5	1284,1
EFH-IV	35,1	17,55	0,5	70,2
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	1673,85	10,9	2057,1
	S 500	S 3587	7,2	S 18000

Abriß 2011-2015 in den ABL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2011-2015 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I + RHH-I	234	8190	35,00
KMH-I + GMH-I	165	4125	25,00
EFH-II + RHH-II	166	4980	30,00
KMH-II + GMH-II	94	1880	20,00
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	17046	37,88
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	14105	35,00
EFH-V + RHH-V	657,8	197,34	0,30
KMH-V + HH	388,5	291,375	0,75
	S 2558,3	S 50815	19,86

Umwidmung 2011-2015 in den ABL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2011-2015 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2011-2015 in 1000 m2
EFH-I + RHH-I	234	117	0,5	8307,0
KMH-I + GMH-I	165	660	4,0	4785,0
EFH-II + RHH-II	166	83	0,5	5063,0
KMH-II + GMH-II	94	188	2,0	2068,0
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	225	0,5	17271,3
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	806	2,0	14911,0
EFH-V + RHH-V	657,8	328,9	0,5	526,2
KMH-V + HH	388,5	1777,1	4,6	2068,5
	S 2558,3	S 4185	1,6	S 55000

Abriß 2011-2015 in den NBL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2011-2015 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I	99,9	4995	50,00
KMH-I + GMH-I	72,8	4368	60,00
EFH-II	52,7	1844,5	35,00
KMH-II	40,7	1221	30,00
EFH-III	24,6	369	15,00
KMH-III	20,9	1179,6	56,44
EFH-IV	35,1	52,65	1,50
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	383,25	2,50
	S 500	S 14413	28,83

Umwidmung 2011-2015 in den NBL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2011-2015 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2011-2015 in 1000 m2
EFH-I	99,9	49,95	0,5	5045,0
KMH-I + GMH-I	72,8	1092	15	5460,0
EFH-II	52,7	26,35	0,5	1870,9
KMH-II	40,7	610,5	15	1831,5
EFH-III	24,6	12,3	0,5	381,3
KMH-III	20,9	104,5	5	1284,1
EFH-IV	35,1	17,55	0,5	70,2
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	1673,85	10,9	2057,1
	S 500	S 3587	7,2	S 18000

Abriß 2016-2020 in den ABL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2016-2020 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I + RHH-I	234	8190	35,00
KMH-I + GMH-I	165	4125	25,00
EFH-II + RHH-II	166	4980	30,00
KMH-II + GMH-II	94	1880	20,00
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	25986	57,75
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	22165	55,00
EFH-V + RHH-V	657,8	197,34	0,30
KMH-V + HH	388,5	291,375	0,75
	S 2558,3	S 67815	26,51

Umwidmung 2016-2020 in den ABL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2016-2020 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2016-2020 in 1000 m2
EFH-I + RHH-I	234	117	0,5	8307,0
KMH-I + GMH-I	165	660	4,0	4785,0
EFH-II + RHH-II	166	83	0,5	5063,0
KMH-II + GMH-II	94	188	2,0	2068,0
EFH-III + RHH-III + EFH-IV + RHH-IV	450	225	0,5	26211,3
KMH-III + GMH-III + KMH-IV + GMH-IV	403	806	2,0	22971,0
EFH-V + RHH-V	657,8	328,9	0,5	526,2
KMH-V + HH	388,5	1777,1	4,6	2068,5
	S 2558,3	S 4185	1,6	S 72000

Abriß 2016-2020 in den NBL			
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Abriß 2016-2020 in 1000 m2	Anteil Abriß zu Bestand 1995 in Promille
EFH-I	99,9	4495,5	45,00
KMH-I + GMH-I	72,8	4004	55,00
EFH-II	52,7	1844,5	35,00
KMH-II	40,7	1221	30,00
EFH-III	24,6	369	15,00
KMH-III	20,9	889,8	42,57
EFH-IV	35,1	52,65	1,50
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	536,55	3,50
	S 500	S 13413	26,83

Umwidmung 2016-2020 in den NBL				
Haustyp	Bestand 1995 in Mio m2	Umwidmung 2016-2020 in 1000 m2	Anteil Umwidmung zu Bestand 1995 in Promille	Abgang 2016-2020 in 1000 m2
EFH-I	99,9	49,95	0,5	4545,5
KMH-I + GMH-I	72,8	1092	15	5096,0
EFH-II	52,7	26,35	0,5	1870,9
KMH-II	40,7	610,5	15	1831,5
EFH-III	24,6	12,3	0,5	381,3
KMH-III	20,9	104,5	5	994,3
EFH-IV	35,1	17,55	0,5	70,2
KMH-IV + GMH-II + HH	153,3	1673,85	10,9	2210,4
	S 500	S 3587	7,2	S 17000

Abgang des Bestandes in Wohneinheiten nach Haustypen zwischen 1996-2020					
Alte Bundesländer (ABL)	Abriß + Umwidmung (= Abgang) pro Jahr				
Haustyp	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
Abriß: B-EFH-I-ABL	3800	4020	12060	14070	14070
Umwidmung: B-EFH-I-ABL	201	201	201	201	201
Abgang: B-EFH-I-ABL	4001	4221	12261	14271	14271
Abriß: B-EFH-II-ABL	2094	2160	6000	7200	7200
Umwidmung: B-EFH-II-ABL	120	120	120	120	120
Abgang: B-EFH-II-ABL	2214	2280	6120	7320	7320
Abriß: B-EFH-III-ABL	608	1119	6211	9167	13975
Umwidmung: B-EFH-III-ABL	121	121	121	121	121
Abgang: B-EFH-III-ABL	729	1240	6332	9288	14096
Abriß: B-EFH-IV-ABL	990	1821	10112	14925	22752
Umwidmung: B-EFH-IV-ABL	197	197	197	197	197
Abgang: B-EFH-IV-ABL	1187	2018	10309	15122	22949
Abriß: B-EFH-V-ABL	95	112	149	224	224
Umwidmung: B-EFH-V-ABL	373	373	373	373	373
Abgang: B-EFH-V-ABL	468	485	522	597	597
Abriß: B-RHH-I-ABL	624	660	1980	2310	2310
Umwidmung: B-RHH-I-ABL	33	33	33	33	33
Abgang: B-RHH-I-ABL	657	693	2013	2343	2343
Abriß: B-RHH-II-ABL	907	936	2600	3120	3120
Umwidmung: B-RHH-II-ABL	52	52	52	52	52
Abgang: B-RHH-II-ABL	959	988	2652	3172	3172
Abriß: B-RHH-III-ABL	201	370	2053	3030	4620
Umwidmung: B-RHH-III-ABL	40	40	40	40	40
Abgang: B-RHH-III-ABL	241	410	2093	3070	4660
Abriß: B-RHH-IV-ABL	332	610	3388	5000	7623
Umwidmung: B-RHH-IV-ABL	66	66	66	66	66
Abgang: B-RHH-IV-ABL	398	676	3454	5066	7689
Abriß: B-RHH-V-ABL	37	43	58	86	86

Umwidmung: B-RHH-V-ABL	144	144	144	144	144
Abgang: B-RHH-V-ABL	181	187	202	230	230
Abriß: B-KMH-I-ABL	1951	2060	8240	10300	10300
Umwidmung: B-KMH-I-ABL	1648	1648	1648	1648	1648
Abgang: B-KMH-I-ABL	3599	3708	9888	11948	11948
Abriß: B-KMH-II-ABL	1185	1200	3600	4800	4800
Umwidmung: B-KMH-II-ABL	480	480	480	480	480
Abgang: B-KMH-II-ABL	1665	1680	4080	5280	5280
Abriß: B-KMH-III-ABL	586	1365	7800	13650	21450
Umwidmung: B-KMH-III-ABL	780	780	780	780	780
Abgang: B-KMH-III-ABL	1366	2145	8580	14430	22230
Abriß: B-KMH-IV-ABL	757	1764	10080	17640	27720
Umwidmung: B-KMH-IV-ABL	1008	1008	1008	1008	1008
Abgang: B-KMH-IV-ABL	1765	2772	11088	18648	28728
Abriß: B-KMH-V-ABL	219	239	479	718	718
Umwidmung: B-KMH-V-ABL	4745	4745	4745	4745	4745
Abgang: B-KMH-V-ABL	4964	4984	5224	5463	5463
Abriß: B-GMH-I-ABL	199	210	840	1050	1050
Umwidmung: B-GMH-I-ABL	168	168	168	168	168
Abgang: B-GMH-I-ABL	367	378	1008	1218	1218
Abriß: B-GMH-II-ABL	197	200	600	800	800
Umwidmung: B-GMH-II-ABL	80	80	80	80	80
Abgang: B-GMH-II-ABL	277	280	680	880	880
Abriß: B-GMH-III-ABL	87	203	1160	2030	3190
Umwidmung: B-GMH-III-ABL	116	116	116	116	116
Abgang: B-GMH-III-ABL	203	319	1276	2146	3306
Abriß: B-GMH-IV-ABL	466	1085	6200	10850	17050
Umwidmung: B-GMH-IV-ABL	620	620	620	620	620
Abgang: B-GMH-IV-ABL	1086	1705	6820	11470	17670
Abriß: B-HH-ABL	22	23	47	70	70
Umwidmung: B-HH-ABL	0	0	0	0	0
Abgang: B-HH-ABL	22	23	47	70	70

Abgang des Bestandes in Wohneinheiten nach Haustypen zwischen 1996-2020					
Neue Bundesländer (NBL)	Abriß + Umwidmung (= Abgang) pro Jahr				
Haustyp	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020
Abriß: B-EFH-I-NBL	1202	4260	11210	11210	10089
Umwidmung: B-EFH-I-NBL	112	112	112	112	112
Abgang: B-EFH-I-NBL	1314	4372	11322	11322	10201
Abriß: B-EFH-II-NBL	651	2049	4781	4781	4781
Umwidmung: B-EFH-II-NBL	68	68	68	68	68
Abgang: B-EFH-II-NBL	719	2117	4849	4849	4849
Abriß: B-EFH-III-NBL	133	220	825	825	825
Umwidmung: B-EFH-III-NBL	27	27	27	27	27
Abgang: B-EFH-III-NBL	161	247	852	852	852
Abriß: B-EFH-IV-NBL	22	61	91	91	91
Umwidmung: B-EFH-IV-NBL	30	30	30	30	30
Abgang: B-EFH-IV-NBL	52	91	121	121	121
Abriß: B-KMH-I-NBL	1799	3840	7680	7680	7040
Umwidmung: B-KMH-I-NBL	1920	1920	1920	1920	1920
Abgang: B-KMH-I-NBL	3719	5760	9600	9600	8960
Abriß: B-KMH-II-NBL	1025	2576	3864	3864	3864
Umwidmung: B-KMH-II-NBL	1932	1932	1932	1932	1932
Abgang: B-KMH-II-NBL	2957	4508	5796	5796	5796
Abriß: B-KMH-III-NBL	527	1188	3861	3861	2912
Umwidmung: B-KMH-III-NBL	342	342	342	342	342
Abgang: B-KMH-III-NBL	869	1530	4203	4203	3254
Abriß: B-KMH-IV-NBL	51	252	421	421	589
Umwidmung: B-KMH-IV-NBL	2143	2143	2143	2143	2143
Abgang: B-KMH-IV-NBL	2194	2395	2564	2564	2732
Abriß: B-GMH-I-NBL	1169	2496	4992	4992	4576
Umwidmung: B-GMH-I-NBL	1248	1248	1248	1248	1248
Abgang: B-GMH-I-NBL	2417	3744	6240	6240	5824
Abriß: B-GMH-II-NBL	73	362	603	603	844
Umwidmung: B-GMH-II-NBL	3073	3073	3073	3073	3073

Abgang: B-GMH-II-NBL	3146	3435	3676	3676	3917
Abriß: B-HH-NBL	24	118	196	196	274
Umwidmung: B-HH-NBL	0	0	0	0	0
Abgang: B-HH-NBL	24	118	196	196	274

A-4.4 Haustypen des Zubaus

A-4.4.1 Definitionen von Haustypen hinsichtlich Flächen und Geometrie

Auf Grundlage der Datenbasis der baden-württembergischen Architektenkammer (BKB 1996) ist eine Auswertung hinsichtlich der aufgestellten Haustypen vorgenommen worden. Sie erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden alle Gebäude hinsichtlich ihrer Grunddaten wie Hauptnutzfläche (Wohnfläche), Nebennutzfläche, Bruttogrundfläche, bebaute Fläche und Fläche des Baugrundstücks untersucht. In einem weiteren Schritt werden dann ausgewählte Gebäude auf ihre Bauelementgruppen und Bauelemente hin aufgegliedert.

Die Gebäudedatenbank beinhaltet Gebäude, die von 1980 bis 1994 gebaut wurden.

Grunddaten

Aus den zur Verfügung stehenden Gebäudedaten¹⁰ werden alle Gebäude mit unvollständigen Daten entfernt. Die Gebäude werden nach den Typen Einfamilienhaus freistehend, Doppelhaushälfte, Reihenhaus, Zweifamilienhaus, Mehrfamilienhaus mit 3-6, 7-12 und 13 und mehr Wohneinheiten untergliedert. Aus Tabelle unten ist ersichtlich, daß bis auf den Wohnungstyp „Doppelhaushälfte“ ca. 10 und mehr Gebäude je Wohnungstyp in die Auswertung gelangten.

Gebäudekenndaten

	Anzahl	HNF	NNF	BGF	BF	BF/FBG	VF	FF	FBG
		m ² /WE	m ² /WE	m ² /WE	m ² /WE	%	m ² /WE	m ² /WE	m ² /WE
MFH-13+x	21	85	16	147	34	34	23	2	100
MFH-7-12	10	99	17	165	44	37	18	3	120
MFH-3-6	15	120	21	196	52	29	16	9	180
Reihenhäuser	9	115	29	201	75	33	19	6	230
2-Familienhäuser	13	144	36	256	103	24	19	11	427
Doppelhaus-hälften	3	188	33	325	143	20	30	14	-
1-Familienhäuser	26	170	70	353	174	19	32	10	895

Hauptnutzfläche (HNF), Nebennutzfläche (NNF), Bruttogrundfläche (BGF), Bebaute Fläche (BF), Verkehrsfläche (VF), Funktionsfläche (FF), Fläche des unbebauten Grundstücks (FBG)

¹⁰ Basispaket 1

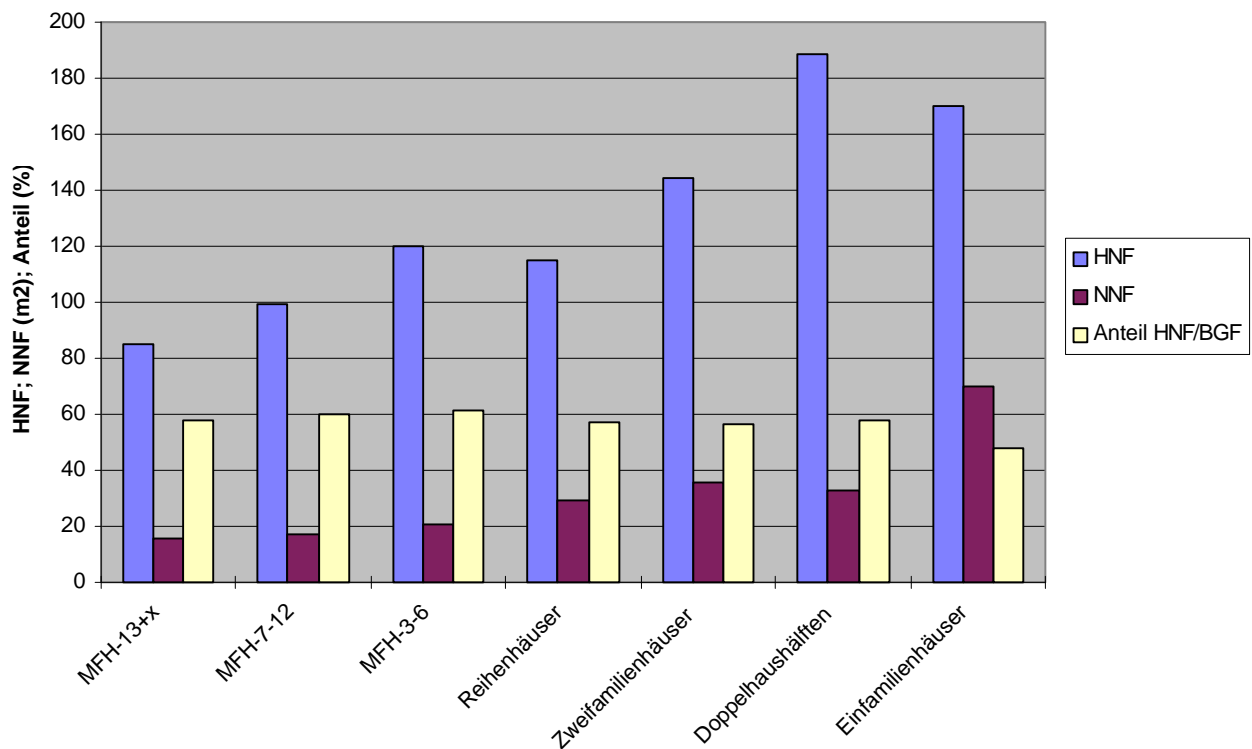
Die Grunddaten für das Objekt wurden auf Wohneinheiten umgerechnet. Durch Summenbildung über die spezifischen Grunddaten der Objekte und Teilen durch ihre Anzahl ist der in der Tabelle A-1 aufgeführte Durchschnittswert gebildet worden. Es liegt keine Wichtung nach der Anzahl der Wohneinheiten vor. Durch die Gliederung wurden alle in der Datei aufgeführten Wohngebäude außer „Altenwohnheim“ erfaßt. Sie sind dem Wohnungstyp „MFH 13+x“ zugehörig, bilden aber eine besondere Bauform.

Wohnungsgröße

Die Wohnungsgröße ist in der Tabelle entsprechend der DIN-Bezeichnung als Hauptnutzfläche aufgeführt und in Abbildung A-1 graphisch dargestellt. Die durchschnittliche Größe der Wohnungen nimmt von den großen Mehrfamilienhäusern (13+x-MFH) zu den kleineren MFH zu. Die Wohnungsgröße der kleineren MFH und der Reihenhäuser weist nur geringe Unterschiede auf. Eine deutliche Zunahme der Wohnungsgröße erfolgt bei den 2-FH, DHH und FEFH. Parallel zu der Wohnungsgröße steigt auch die Nebennutzfläche an. Die NNF repräsentiert hauptsächlich den zur Verfügung stehenden Kellerraum. Die Nebennutzfläche steigt bei den MFH mit abnehmender Anzahl der Wohneinheiten aber parallel zur Wohnungsgröße an. Der Anteil der NNF an der HNF bleibt für die MFH mit ca. 18 % konstant, steigt für RH und 2FH¹¹ auf 25 % und für FEFH auf 41 % an. Der steigende Anteil der NNF ist in der geringeren Geschoßhöhe begründet, so daß der Kellerraum überproportional zur Wohnfläche ansteigt. Ein weiterer Kennwert kann durch das Verhältnis von Wohnfläche (HNF) zur Bruttogrundfläche (BGF) gebildet werden. Die Bruttogrundfläche umfaßt alle Flächen des Hauses inklusive der Konstruktionsfläche (Mauern etc.). Zusätzlich zur HNF und NNF wird die BGF noch in die Verkehrsfläche (VF) und in die Funktionsfläche (FF) unterteilt.

¹¹ Für Doppelhaushälften liegt der Anteil bei 18 %, das Datenkollektiv ist jedoch mit 1 Gebäude zu gering.

Hauptnutzfläche (HNF), Nebennutzfläche (NNF) und der Anteil der HNF an der Brutto-Grundfläche (BGF) für verschiedene Wohnformen



Der Anteil der Wohnfläche (HNF) an der Bruttogrundfläche beträgt außer für freistehende Einfamilienhäuser ca. 60 % (58-61 %). Für freistehende Einfamilienhäuser fällt der Anteil auf 48 % ab.

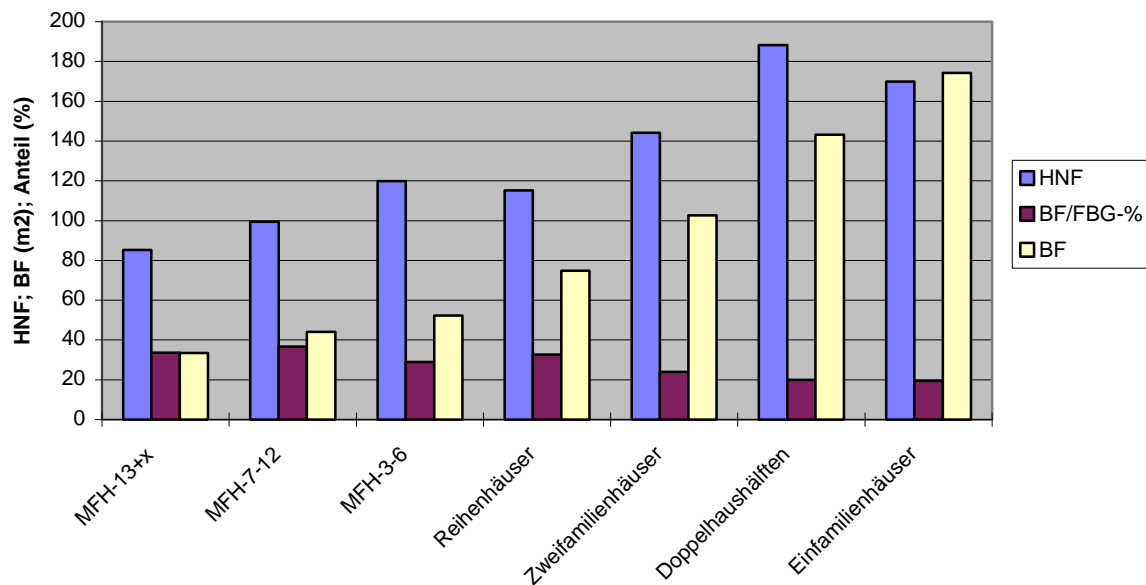
Aus Tabelle „Gebäudekenndaten“ (siehe oben) kann die Zunahme der Funktionsfläche pro Wohneinheit mit der abnehmenden Zahl der Wohneinheiten abgelesen werden. Moderne technische Installationen haben relativ unabhängig von der Anschlußzahl oder ihrer Leistung einen gleich großen Platzbedarf. Umgekehrt verhält es sich mit der Verkehrsfläche. Kleinere Wohneinheiten in großen Gebäuden wenden mehr Fläche auf, um den Zugang zur Wohneinheit und den Funktionsflächen zu erreichen. Für freistehende Einfamilienhäuser ist eine deutlich großzügigere Planung aus der Tabelle ablesbar.

Flächeninanspruchnahme durch die Wohnformen

Die Flächeninanspruchnahme der Wohnformen (Hauptnutzfläche, HNF) wird anhand der bebauten Fläche (BF) und des Verhältnisses von bebauter Fläche zur Grundstücksgröße (FBG) diskutiert. Das Ergebnis ist in der folgenden Abbildung graphisch dargestellt. Die bebauten Fläche wächst im Verhältnis zur Wohnungsgröße überproportional an. Beträgt die bebauten Fläche für Mehrfamilienhäuser noch weniger als 50 % der Wohnungsgröße, so erreicht die bebauten Fläche (BF) bei freistehenden Familienhäusern 100 % der Nutzfläche (HNF). Die Zunahme der bebauten Fläche ist durch die Abnahme der Geschosse begründet. Bei Reihenhäusern (65 %), Doppelhaushälften (76 %) und Zweifamilienhäusern (71 %) ist der Anteil der bebauten Fläche an der Wohnungsgröße mit ca. 70 % ungefähr konstant.

Für die ausgewählten Wohnungen ist ersichtlich, daß mit Zunahme der Wohnfläche je Wohneinheit und Wohnungstyp gleichfalls eine Zunahme der bebauten Fläche stattfindet.

Hauptnutzfläche (HNF); Bebaute Fläche (BF) und ihr Anteil am Grundstück für verschiedene Bauformen pro Wohneinheit



Als ein weiteres Charakteristikum der Haustypen kann das Verhältnis von bebauter Fläche zur Fläche des Grundstücks angesehen werden. Das Verhältnis nimmt von den Mehrfamilienhäusern über Reihenhäuser zu den Einfamilienhäusern deutlich ab. Damit ergeben sich zwei verstärkende Effekte. Die besonders angesehenen Wohnungsformen der Einfamilienhäuser werden mit einer großen Wohnfläche realisiert. Die Bebauung erfolgt mit geringer Geschoßhöhe (Verhältnis HNF/BF) und einer geringen Bebauungsdichte (BF/FBG).

Fazit

Der Auswertung der Gebäudekollektive der Datensammlung der baden-württembergischen Architektenkammer sind deutliche Unterschiede in der Ausgestaltung der Wohneinheiten für die aufgeführten Wohntypen zu entnehmen. Die vorgenommene Klassifizierung der Wohnungstypen führt zu aussagefähigen Modelltypen, die stellvertretend in das Stoffstrommodell eingestellt werden können. Für Doppelhaushälften besteht Bedarf an zusätzlichen Beispielen, um die Anzahl zu vergrößern.

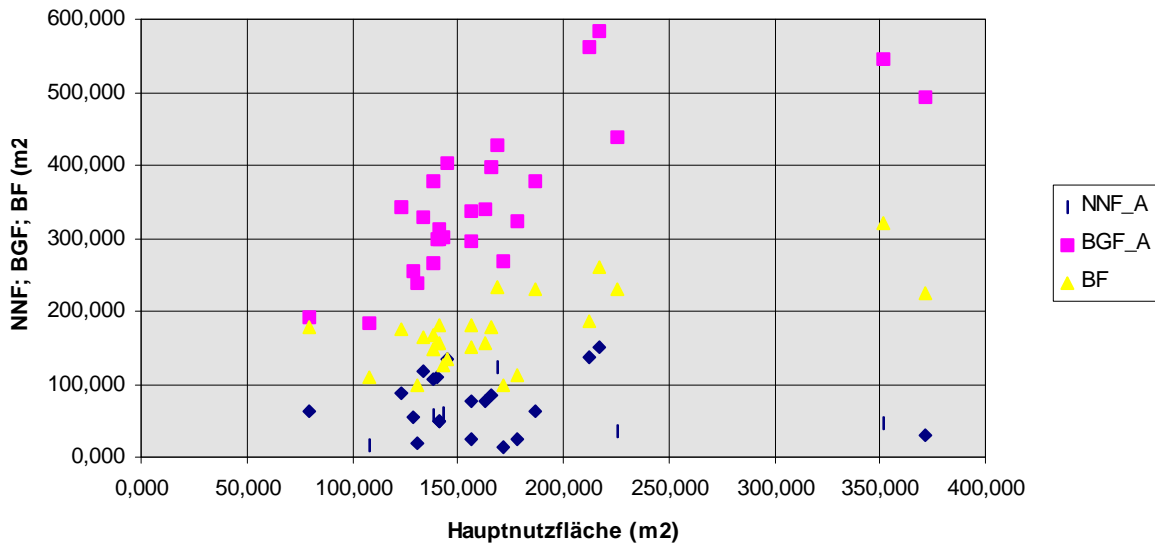
Ein Vergleich der Wohnfläche¹² aus dieser Auswertung mit Angaben aus IKARUS (Erhorn 1994) zeigt für Reihenhäuser eine gute Übereinstimmung. Für freistehende Einfamilienhäuser und Zweifamilienhäuser sind die Angaben in IKARUS deutlich geringer (EFH 134 statt 170 m²; ZFH 97 statt 144 m²). Diese Abweichungen sind teilweise erklärbar durch die Nichtberücksichtigung des Dachgeschosses in der IKARUS-Auswertung. Die Angaben zu den Mehrfamilienhäusern sind wegen der fehlenden Angabe der Anzahl der Wohneinheiten nicht vergleichbar.

¹² Weitere Angaben können nicht hinzugezogen werden, da die Aufstellung in IKARUS nicht auf der DIN-Norm beruht.

Detaillierte Beschreibung der Grunddaten

Für freistehende Einfamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser soll das Datenkollektiv beschrieben werden. Die Bandbreite, aus denen die Durchschnittswerte gebildet werden, wird hierbei dargestellt und mögliche Einzelfaktoren diskutiert.

Einfamilienhäuser; Nebennutzfläche, Bruttogrundfläche und Bebaute Fläche in Abhängigkeit von der Hauptnutzfläche



In der Abbildung sind die Nebennutzfläche, die Bruttogrundfläche (BGF) und die bebaute Fläche (BF) in Abhängigkeit von der Hauptnutzfläche aufgetragen. Bis auf drei Gebäude beträgt die Größe aller anderen Objekte zwischen 110 und 230 m² Wohnfläche (HNF). Eine Häufung von Objekten ist um eine Wohnfläche von 150 m² zu beobachten. Der berechnete Durchschnittswert von 170 m² wird durch einige größere Objekte verursacht. Als Besonderheit müssen die Objekte mit sehr kleiner Wohngröße (80 m²) und sehr großer Wohnfläche (352 und 372 m²) angesehen werden. Die beiden größeren Gebäude sind älter und im klassischen Bungalow-Stil ohne Dachgeschoß errichtet worden.

Die Nebennutzfläche stellt im allgemeinen der Kellerraum dar. Für die NNF sind hohe Schwankungsbreiten zu beobachten. Teilweise wird als NNF ein Wert, der nahezu der bebauten Fläche (BF) entspricht, angegeben. Es ist zu vermuten, daß hier das gesamte Untergeschoß als Kellerraum ausgewiesen wird. Bei deutlich geringerer Ausweisung an NNF zeigen die Detailpläne eine „Souterrainnutzung“ der Objekte an.

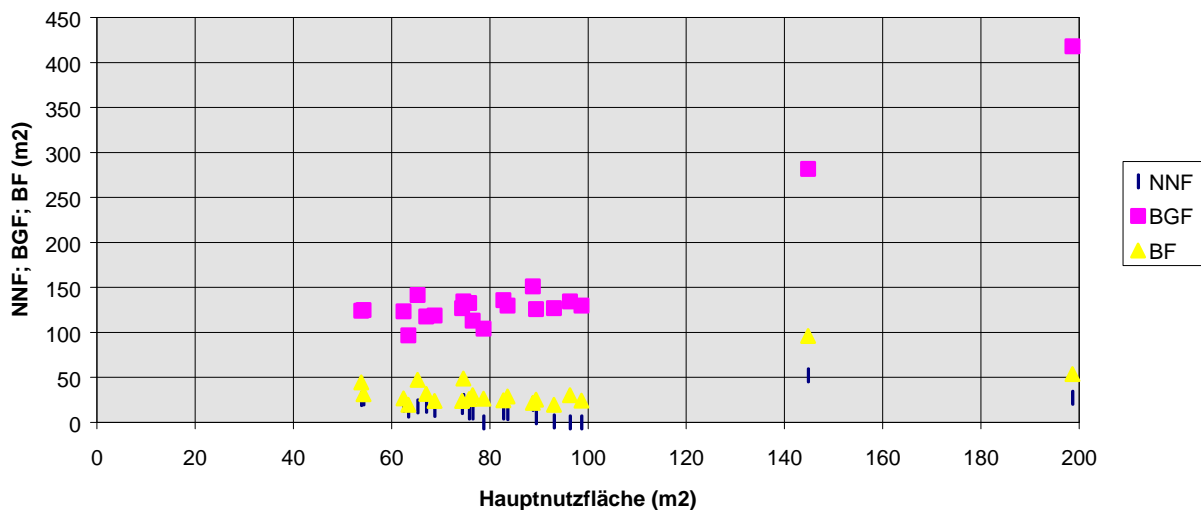
Die Bruttogrundfläche folgt am einheitlichsten der Wohnflächenentwicklung. Eine Gerade durch den Ursprung und die Durchschnittswerte (170 m² HNF / 353 m² BGF) zeigt nur geringe Abweichungen von den einzelnen Datenpunkten. Einzige Ausnahme bilden die beiden Häuser mit hoher Wohnfläche. Die gute Korrelation zwischen BGF und HNF ist Grundlage der weiteren Arbeit, da die BGF über den Rauminhalt mit der quantitativen Bestimmung der Bauelementgruppen Außenwand, Decken und Dach verknüpft ist.

Als ein weiteres Beispiel sind die Mehrfamilienhäuser mit 13 oder mehr Wohneinheiten ausgewählt worden (MFH 13+x). Bis auf zwei Beispiele mit größerer Wohnfläche, die bei dieser Diskussion nicht weiter beachtet werden sollen, findet man ein sehr eng beieinander liegendes Datenkollektiv, das eine Wohngröße von 55 bis 100 m² abdeckt. Der Durchschnittswert von 85 m² liegt dabei etwas höher.

Entgegen den Beispielen der freistehenden Einfamilienhäuser ist die Nebennutzfläche umgekehrt proportional zur Wohnfläche. Eine steigende Wohnfläche ist durch eine Abnahme der Nebennutzfläche charakterisiert. Demselben Trend folgt die bebaute Fläche (BF). Auch für diesen Parameter ist eine tendenzielle Abnahme mit zunehmender Wohnungsgröße zu beobachten. Aus der Detaildarstellung ist weiterhin ersichtlich, daß die großen Wohnungen in Gebäuden mit höherer Geschößzahl (ca. 6) errichtet worden sind.

Die Bruttogrundfläche steigt mit zunehmender Wohnfläche nur leicht an. Es kann keine Gerade vom Ursprung gezogen werden, die dem tendenziellen Verlauf entspricht. Die kleinen Wohnungen weisen zudem einen deutlich erhöhten Anteil an Verkehrsflächen auf. Dieser Sachverhalt ist durch den erhöhten Bedarf an Zugangsflächen zu den einzelnen Wohnungen verständlich. Zudem sind die entsprechenden Wohnungen teilweise mit Tiefgaragen ausgestattet. Obwohl nicht in den Detailangaben genannt, kann aus der zur Verfügung stehenden Fläche des Baugrundstücks geschlossen werden, daß die kleinen Wohnungen eher dem Innenstadtbereich mit geringer Grundstücksfläche zuzuordnen sind, während die großen Wohnungen in den Randgebieten angesiedelt sind. Daß in Innenstadtlagen zur Erstellung von Bruttogrundfläche spezifisch mehr bebaute Fläche in Anspruch genommen wird, ist nur auf den ersten Blick widersprüchlich. In Innenstadtlagen muß sich die Bebauung an das Erscheinungsbild halten und in Baulücken eingliedern. „Hochhäuser“ werden eher in Trabantsiedlungen errichtet.

MFH 13+x WE: Abhängigkeit der Nebennutzflächen (NNF), Bruttogrundfläche (BGF) und Bebauten Flächen (BF) von der Hauptnutzfläche



Korrigiertes Datenkollektiv

Die beiden obigen Beispiele der detaillierteren Analyse haben gezeigt, daß in dem Datensatz einige „Exoten“ vorhanden sind, die sich einer allgemeinen Beschreibung entziehen. Für die beiden Gebäude mit großen Wohnungen kann aus der Detailbezeichnung entnommen werden, daß eine gemischte gewerbliche Nutzung vorliegt. Die Hauptnutzfläche kann mit dem hier vorliegenden Ansatz nicht in gewerbliche Nutzung und Wohnfläche differenziert werden. Bei den beiden freistehenden Einfamilienhäusern mit hoher Wohnfläche handelt es sich um ältere Gebäude (1979/1980). In einem Fall verfügt das Haus über ein Schwimmbad.

Kenndaten der Haustypen nach dem korrigierten Datenkollektiv.

	Anzahl	HNF	NNF	BGF	BF	BF/FBG	VF	FF	FBG
		m ² /WE	m ² /WE	m ² /WE	m ² /WE	%	m ² /WE	m ² /WE	m ² /WE
MFH-13+x	19	76	13	126	29	28	16	2	105
MFH-7-12	9	86	17	146	38	34	13	3	112
MFH-3-6	13	102	20	169	47	27	14	7	171
Reihenhäuser	9	115	29	201	75	33	19	6	230
2-Familienhäuser	12	133	38	244	96	24	19	8	394
Doppelhaushälften	3	188	33	325	143	20	30	14	-
1-Familienhäuser	24	154	72	340	159	19	34	9	836

Hauptnutzfläche (HNF), Nebennutzfläche (NNF), Bruttogrundfläche (BGF), Bebaute Fläche (BF), Verkehrsfläche (VF), Funktionsfläche (FF), Fläche des unbebauten Grundstücks (FBG)

In der vorstehenden Tabelle wurden die Daten um Sonderfälle¹³ bereinigt. In allen Fällen konnten anhand der Detailbeschreibung spezifische Sondernutzungsformen identifiziert werden. Für Reihenhäuser konnte das alte Datenkollektiv vollständig übernommen werden. Die Anzahl der betrachteten Gebäude hat sich dadurch nur unwesentlich verringert. Durch die Korrektur hat die Wohnfläche (HNF) bei den Mehrfamilienhäusern, Zweifamilienhäusern und freistehenden Einfamilienhäusern um ca. 15 % abgenommen. Dieser Flächenreduktion ist die Nebennutzfläche nicht oder nur teilweise gefolgt. Dagegen ist für die Bruttogrundfläche und die bebaute Fläche eine Abnahme gegenüber dem alten Datenkollektiv um ca. 10 % zu beobachten. Die Reduktion ist bei den Mehrfamilienhäusern höher als bei den Ein- und Zweifamilienhäusern. Insgesamt ergibt sich durch die Korrektur eine Abnahme des Verhältnisses von Wohnfläche zu Bruttogrundfläche bei Einfamilienhäusern. Bei Mehrfamilienhäusern bleibt es konstant.

Der Anteil der bebauten Fläche (BF) zur Fläche des Baugrundstücks ist bei Mehrfamilienhäusern ist geringer geworden, d. h. er hat sich den Verhältnissen der Ein- und Zweifamilienhäuser angeglichen. Deutlich reduziert worden ist die Verkehrsfläche (VF) bei den Mehrfamilienhäusern.

¹³ Außer Doppelhaushälften

Insgesamt ist durch die Korrektur des Datenkollektivs der Unterschied zwischen den einzelnen Gebäudetypen stärker hervorgehoben.

Abhängigkeit der Parameter von der Hauptnutzfläche

Für die Hauptnutzfläche in den in der Datensammlung der baden-württembergischen Architektenkammer vorhandenen Beispielen kann nicht angenommen werden, daß sie den in der Prognose angenommenen Durchschnittswerten entsprechen. Dieser Sachverhalt gilt insbesondere für Gebäude, die in Zukunft errichtet werden. Es wird gleichwohl angenommen, daß der Zusammenhang zwischen Wohnfläche (HNF) und Nebennutzfläche (NNF), Bruttogrundfläche (BGF), Verkehrs- und Funktionsfläche (VF+FF), bebauter Fläche (BF) und der Fläche des Baugrundstücks (FBG) auch zukünftig weitgehend bestehen bleibt. Die Abhängigkeit der Wohnfläche (HNF) von den anderen Planungskennzahlen (PKZ) wird aus den Beispielen ermittelt und anschließend auf andere Wohnflächen übertragen. Für alle Gebäudetypen und alle Planungskennzahlen wird deren Abhängigkeit von der Wohnfläche durch die Formel

$$PKZ = A * HNF + B$$

mit einer Steigung A und einer Konstante B angenähert. Aus Steigung A und Konstante B des jeweiligen Gebäudetypes können dann für andere Wohnflächen die zugehörigen Planungskennzahlen berechnet werden. Die folgende Tabelle führt Steigung und Konstante für alle Gebäudetypen auf.

	NNF		BGF		VF+FF		BF		FBG	
	Steig.	Konst.	Steig.	Konst.	Steig.	Konst.	Steig.	Konst.	Steig.	Konst.
MFH-13+x	-0,50	51	0,47	90	-0,25	36	-0,20	44	1,36	0
MFH-7-12	-0,35	47	0,80	75	-0,15	29	-0,10	47	1,30	0
MFH-3-6	0,10	9,5	1,66	0	0,05	16	0,47	0	1,68	0
Reihenhäuser	0,50	-29	1,75	0	0,00	25	0,65	0	2,00	0
2-Familienhäuser	-0,20	64	1,83	0	-0,20	55	0,72	0	2,95	0
Doppelhaushälfte	0,50	-15	1,98	0	0,14	13	0,84	0	3,70	0
1-Familienhäuser	0,50	0	2,20	0	0,28	0	1,03	0	5,40	0

Für die Nebennutzfläche (NNF) und die Summe aus Verkehrs- und Funktionsfläche (VF+FF) wurde für Mehrfamilienhäuser und Zweifamilienhäuser eine negative Steigung bei einem hohen Ordinatenabschnitt gefunden. Beide Flächen nehmen mit wachsender Wohnfläche ab. Die Ausweitung der Wohnfläche erfolgt auf Kosten der Nebennutzfläche bzw. für die größere Wohnung wird auch absolut ein geringerer Bedarf an Verkehrsflächen benötigt. Bei freistehenden Einfamilienhäusern wächst hingegen die Nebennutzfläche und die Verkehrs- und Funktionsflächen mit der Hauptnutzfläche. Hier wird die großzügigere Bebauung und ein konstantes Geschößverhältnis deutlich.

Als Konsequenz findet man für die Bruttogrundfläche (BGF) der Mehrfamilienhäuser (MFH-13+x; MFH-7-12) eine Steigung, die kleiner als eins ist. Die Zunahme der Wohnfläche um einen Quadratmeter resultiert nur in der Zunahme der Bruttogrundfläche um weniger als einen Quadratmeter. Nebennutzfläche und Verkehrs- und Funktionsfläche werden zu Wohnraum „umgewidmet“. Für Häuser mit weniger Wohneinheiten steigt die Bruttogrundfläche dagegen doppelt so schnell wie die Wohnfläche.

Bei der bebauten Fläche (BF) ist für die Mehrfamilienhäuser wie bei VF+FF eine negative Steigung zu beobachten. Die negative Steigung kann durch einen Wechsel der Nutzungseigenschaft der Wohneinheiten erklärt werden. Wohnanlagen mit geringer Wohnfläche per Wohneinheit, z.B. Apartmenthäuser, werden noch in geringer Geschößzahl realisiert, während Wohnanlagen mit einer hohen Wohnfläche per Wohneinheit, z.B. Sozialwohnungen („Wohnsilos“), überproportional mehrgeschossig gebaut werden. Damit verringert sich pro Wohnfläche die anteilige bebaute Fläche. Bei Wohnanlagen mit hoher Wohnfläche wird also deutlich höher, d.h. mit mehr Geschossen, gebaut. Das Wohnflächenwachstum der Wohneinheiten findet sich bei allen Gebäuden, da die Steigung kleiner eins bleibt. Erst bei Einfamilienhäusern nimmt die Wohnfläche mit derselben Dynamik wie die bebaute Fläche zu.

Die Zunahme der Wohnfläche führt bei der Grundstücksfläche zu einer überproportionalen Steigerung. Die Steigerung resultiert aus der Kompensation der mehrgeschossigen Bebauung bei Mehrfamilienhäusern durch Freiflächen. Für Einfamilienhäusern folgt die Fläche des Baugrundstücks der Bruttogrundfläche.

A-4.4.2 Definitionen von Haustypen hinsichtlich Bauelementgruppen

Nach DIN 277/276 sind die Teilgewerke in bestimmte Kostengruppen untergliedert. Für die Betrachtung der physischen Stoffströme sind die Gliederungsebenen der Kostengruppen 310 bis 370 relevant. Die Kostengruppen 100 bis 299 beschreiben den Grundstückskauf und die Herrichtung und Erschließung der Grundstücke. Die Kostengruppen 400 bis 499 befassen sich mit den technischen Anlagen. Hierfür sind keine physischen Einheiten aufgelistet, so daß diese Kostengruppen nicht aus der Beschreibung entnommen werden können. Sie müssen geschätzt werden. Die weiteren Kostengruppen sind Außenanlagen, Ausstattung und Kunstwerke sowie Baunebenkosten. Sie sind nicht mit quantifizierbaren Stoffströmen verbunden und für den Wohnungsbau meistens von untergeordneter Bedeutung.

Als Bauelementgruppe werden verschiedene Bauelemente verstanden, die alle zur Erfüllung einer typischen Funktion am Bauwerk dienen können. So ist der Verbund aus Außenputz / Ziegelmauerwerk / Innenputz ein Bauelement für Außenwände. Weitere Bauelemente zum Aufbau von Außenwänden sind weiter unten aufgeführt. Außenwände können daher als eine Bauelementgruppe verstanden werden.

Im weiteren soll eine Festlegung von Bauelementgruppen erfolgen, die eine notwendige Differenzierung erlaubt, aber gleichwohl so aggregiert ist, daß sie im Modell zu einer weitgehenden Vorstrukturierung führt. Weiterhin wird sich die Formulierung von Bauelementgruppen an der DIN 276 ausrichten.

Als oberste Aggregationsebene für die Bauelementgruppen wird die Unterteilung der DIN 276 nach Grobelementen angesehen und anhand der Grobelemente eine weitere Untergliederung diskutiert. Die einzelnen Grobelemente gliedern sich wie folgt:

310	Baugrube
320	Gründung
330	Außenwände
340	Innenwände
350	Decken
360	Dächer
370	Baukonstruktive Einbauten
390	Sonstige Maßnahmen
410-490	technische Anlagen (Wasser / Strom / Fernmeldeanlagen etc.)

Die technischen Anlagen der Grobelemente 410 bis 490 werden nur ökonomisch und nicht in physikalischen Einheiten angegeben.

Daher wird aus dieser Gruppe nur die Heizungsanlagen, allerdings zusammen mit dem Endenergiebedarf, an anderer Stelle aufgenommen.

Baugrube

Das Grobelement Baugrube umfaßt nach der 3. Ebene der DIN 276 die Elemente Baugrubenherstellung, Baugrubenumschließung, Wasserhaltung und „Baugrube, sonstiges“. Die Baugrubenherstellung beschreibt das Ausheben der Baugrube. Dafür sind Angaben zur ausgehobenen Menge bei allen Bauten vorhanden. Die Baugrubenumschließung ist nur als Sonderfall zu sehen, wenn die Gegebenheit die Sicherung der Baugrube mit z. B. Spundwänden notwendig macht. Zur Wasserhaltung sind nur qualitative Angaben vorhanden. Das Element „Baugrube, sonst.“ ist in den ausgewerteten Unterlagen nicht enthalten.

Als Bauelementgruppe wird aus dem Grobelement Baugrube einzig die **Baugrubenherstellung** übernommen, der die Aktivität Baugrubenumschließung zugeschlagen wird.

Gründung

Zu dem Grobelement Gründung zählen die Baugrundverbesserung, Flachgründung, Tiefgründungen, Unterböden und Bodenplatte, ihre Beläge, Bauwerksabdichtungen, Drainagen sowie „Gründung, sonstiges“. Baugrundverbesserungen und Tiefgründungen sind für den privaten Wohnungsbau als Sonderfälle zu bezeichnen und können hinsichtlich ihrer Stoffstromrelevanz vernachlässigt werden. Als Bauwerksabdichtungen werden Kiesschichten oder Sauberkeitsschichten eingesetzt. Sie dienen als Unterschicht für die Unterböden und Bodenplatten. Beide beschreiben den Kellerboden. Als Beläge auf Boden und Fundamentplatten werden die Dämmung, Estrich sowie Auflagen aus Keramiken und Anstriche aufgeführt. Die Bauwerksabdichtung unter den Unterböden und Fundamentplatten sowie die Beläge auf ihnen sollen zusammen mit den Unterböden und Fundamentplatten als Bauelementgruppe „**Fundament**“ betrachtet werden. Zusätzlich wird das Baugruppenelement „**Gründung**“ zur Beschreibung der Flachgründungen aufgeführt.

Außenwände

Unter dem Grobelement Außenwände werden tragende und nichttragende Außenwände, Außenstützen, Außentüren- und Fenster, die Außenwandbekleidung innen und außen, Elementierte Außenwände, Sonnenschutz sowie „Außenwände, sonstiges“ aufgeführt. Tragende Außenwände werden teilweise mit Außenstützen versehen. Nichttragende Außenwände füllen die Fläche zwischen den Stützen auf. Alle drei zusammen sollen zur Bauelementgruppe „Außenwand“ zusammengeführt werden.

Die Außenwandbekleidungen innen und außen werden ebenfalls in dieser Bauelementgruppe behandelt, da sie eng mit dem Mauerwerk der Außenwand verbunden sind und teilweise als Systemverbunde eingesetzt werden. Die Außenhülle wird komplettiert durch die Fenster und Außentüren, die partiell Funktionen der Außenwand übernehmen können, aber als eigene Bauelementgruppe **Fenster** betrachtet werden sollen.

Die Außenwand umfaßt entsprechend der DIN-Norm sowohl die Außenwand des Kellers bzw. Untergeschosses als auch das Erd- und die Obergeschosse; da Mauerwerk, Bekleidung innen und außen wie die Fenster in den Untergeschossen aus anderen Materialien bestehen, erscheint es zweckmäßig, das Kellergeschoß separat zu behandeln.

Elementierte Außenwände können als eine Sonderform der nichttragenden Außenwände verstanden werden. Hier werden zum Beispiel Fertigteile für Holzhäuser genannt. Sonnenschutz und Außenwände, sonstiges beinhalten zusätzliche Anbauten an Fenster, Treppen und Balkone, die pauschal zur Außenwand zugeschätzt werden. Aus dem Grobelement Außenwand werden die Bauelementgruppen **Außenwand, OG** und **Außenwand, UG** sowie **Fenster** gebildet.

Innenwände

Das Grobelement Innenwände ist spiegelbildlich zu den Außenwänden aufgebaut und enthält die Elemente tragende und nichttragende Innenwand, Innenstützen, Innentüren und -fenster, Innenwandbekleidungen, elementierte Innenwände und Innenwände, sonstiges. Sie werden wie bei der Außenwand zur Bauelementgruppe **Innenwand** und **Innentüren** zusammengezogen. Eine Differenzierung der Innenwände in Unter- und Obergeschosse kann dabei unterbleiben.

Decken

Das Grobelement Decken wird nach der DIN 276 in Deckenkonstruktion, Deckenbeläge, Deckenbekleidung und Decken, sonstiges differenziert. Als Deckenkonstruktion wird der massive Korpus der Decken, der als Holzbalkendecke oder Stahlbetondecke ausgebildet werden kann, bezeichnet. Die Deckenbeläge sind die Auflagen der Decke, z.B. Estrich, Dämmung, Anstrich, Linoleum. Die Deckenbekleidung beschreibt die Unterseite der Decke. Sie umfaßt den Grundaufbau (z. B. Gipskarton), die Dämmung, den Putz und den Anstrich. Aufgrund des durchgehenden schichtweisen Aufbaus der Decken können die Deckenkonstruktion, die Ober- und Unterseite zur Bauelementgruppe **Decken** zusammengefaßt werden.

Unter dem Element Decken, sonstiges werden in den betrachteten Beispielen zusätzliche Ausrüstungen der Treppen, wie z. B. Holzgeländer, aufgeführt. Wegen ihrer geringen Masse im Vergleich zur Deckenkonstruktion werden sie der Bauelementgruppe zugeschätzt.

Dächer

Aus den Elementen Dachkonstruktion, Dachfenster und Öffnungen, Dachbeläge, Dachbekleidung und Dächer, sonstiges setzt sich das Grobelement Dächer zusammen. Die Tragkonstruktion wird als Dachkonstruktion bezeichnet und kann als Stahlbetondecke oder aufgesattelte Holzkonstruktion ausgeführt sein. Die Dachbeläge beschreiben die obere Abdeckung des Daches mit Ziegeln, Dachsteinen, Blechen oder Bitumenbahnen. Durch die Dachbekleidung werden die unter dem Gebälk befindliche Dämmung, Verblendung oder Anstriche bei Betondecken angegeben. Ähnlich den Decken bietet sich hier die Zusammenfassung der einzelnen Elemente zu einer Bauelementgruppe Dächer an. Die Dachfenster bedecken nur ca. 1 % der Dachfläche und können daher der Bauelementgruppe zugeschätzt werden. Das Element Dächer, sonstiges bezeichnet Tritte für den Schornsteinfeger oder Schneerinnen. Sie sollen ebenfalls der Bauelementgruppe zugeordnet werden.

Aus pragmatischen Gründen sollen die Dächer in die Bauelementgruppe **Dächer-HG** und **Dächer-NG** differenziert werden. Die Dächer der Nebengebäude unterscheiden sich teilweise deutlich von dem Dachaufbau des Hauptgebäudes, so daß eine Unterteilung sinnvoll erscheint.

Zusammenfassung

Zur Abbildung der Haustypen durch Bauelemente sind Bauelementgruppen gebildet worden. Als Bauelementgruppen sind folgende Elemente identifiziert worden:

1. Baugrubenherstellung
2. Fundament
3. Gründung
4. Außenwände-OG
5. Außenwände-UG
6. Fenster
7. Innenwand
8. Innenwandtüren
9. Decken
10. Dächer-HG
11. Dächer-NG

A-4.4.3 Bezugsgrößen der Bauelementgruppen

Die Bauelementgruppen müssen quantitativ mit der Wohnungsgröße bzw. den mit der Wohnungsgröße verbundenen Planungskennzahlen verknüpft werden. Für die obigen Bauelementgruppen sind folgende Annahmen getroffen worden.

Baugrubenherstellung

Die Baugrubenherstellung orientiert sich an der Größe der bebauten Fläche (BF). Die Tiefe der Ausschachtung ist abhängig von den lokalen Gegebenheiten und dem einzelnen Objekt. Die Baustellenumschließung, z. B. durch Spundwände, ist im Wohnungsbau selten und wird nur teilweise im vollen Umfang der ausgeschachteten Fläche durchgeführt.

Fundament

Als stoffstromrelevanter Teilbereich sind die Bodenplatte und Unterböden inkl. Bauwerksabdichtungen und Sauberkeitsschicht anzusehen. Damit bietet sich die bebaute Fläche als Bezugsgröße an. Flachgründungen befinden sich unter dem aufgehenden Mauerwerk, also der Konstruktionsfläche. Sie werden aber pauschal mit der Bodenplatte und dem Unterboden erfaßt.

Gründung

Die Flachgründung wird unter dem aufgehenden Mauerwerk bzw. den tragenden Außen- und Innenwänden gelegt. Die Gründung wird auf die bebaute Fläche bezogen.

Außenwände-OG

Für die Außenwände oberhalb des Kellerbodens wird aus den Planungskennzahlen die Bruttogrundfläche gewählt, die sich aus der Geschößzahl und der Grundfläche eines Geschosses zusammensetzt. Für einen Körper kann die Fläche der Außenhülle über den Umfang (aus der Wurzel der Geschößfläche) und der Geschößhöhe angenähert werden, so daß hier ein analytischer Zusammenhang besteht.

Die Außenwände der oberen Geschosse erhält man durch Subtraktion der Außenwände des Kellergeschosses von der gesamten Fläche der Außenwände.

Außenwände-UG

Die Außenwände des Kellergeschosses werden durch die DIN 276 nicht getrennt erfaßt. Sie werden aus der durchschnittlichen Kellerhöhe und dem Umfang der bebauten Fläche ermittelt.

Außenfenster und -türen

Wie für die Außenwände-OG soll für die Fenster die Bruttogrundfläche als Bezugsgröße gewählt werden. Außentüren werden pauschal den Fenstern zugeschlagen, da sie dieselbe Materialzusammensetzung aufweisen.

Innenwand

Die Fläche der Innenwand wird wie die Fläche der Außenwand auf die Bruttogrundfläche bezogen. Es wird dabei davon ausgegangen, daß die Haustypen jeweils eine ähnliche Raumaufteilung haben, die sich bei einer Veränderung der Szenariodaten nicht ändern wird.

Innentüren

Die Innentüren sollen wie die Innenwände auf die Bruttogrundfläche bezogen werden. Innenfenster werden dabei nicht berücksichtigt, da sie von geringer Bedeutung sind.

Decken

Anzahl und Größe der einzelnen Decken entsprechen der Geschoßanzahl und der Geschoßfläche. Somit ist die Bruttogrundfläche als Bezugsgröße gut geeignet.

Dächer-HG

Für die Dächer gilt dieselbe Vorgehensweise wie bei den Fundamenten. Als Bezugsgröße wird die bebaute Fläche gewählt. Die Dachfläche des Hauptgebäudes (Dächer-HG) werden als eine Teilmenge aufgeführt.

Dächer-NG

Die Dächer-NG sind der komplementäre Anteil zu den Dächern-HG. Sie werden aber deutlich anders konstruiert und werden häufig für Nebengebäude eingesetzt.

A-4.4.4 Ermittlung der spezifischen Anteile der Bauelementgruppen

Für die Bauelementgruppen sind spezifische Beiträge mit den obigen Bezugsgrößen ermittelt worden. Für jedes Beispiel ist zuerst der spezifische Beitrag berechnet und anschließend über das Datenkollektiv gemittelt worden¹⁴. Es ist keine Gewichtung anhand der Größe der Gebäude durchgeführt worden.

Spezifische Größe der Bauelementgruppen Baugrubenherstellung, Gründung und Fundament für verschiedene Haustypen (Angaben pro m² bebauter Fläche).

Bauelementgruppen	Baugrubenherstellung	Gründung	Fundament
Einheit	m ³ /m ²	m ³ /m ²	m ² /m ²
MFH-13+x	3,00	0,28	0,81
MFH-7-12	4,07	0,19	0,83
MFH-3-6	3,17	0,21	0,93
RHH	1,85	0,14	1,00
ZFH	2,76	0,18	0,77
EFH	3,17	0,17	0,83

Für die Baugrubenherstellung sind im Durchschnitt ca. 3m³/m² an Erdaushub abzutragen. Bei einer Höhe des Kellergeschosses von 3,5 m inklusive Fundament und Gründung ragt es um ca. 0,5 m über die Bodenkante hinaus und entspricht damit der allgemeinen Konstruktionsweise. Bei Reihenhäusern wird eine deutlich geringere Aushubtiefe beobachtet. Das untere Geschoß wird als Wohnraum mitgenutzt (Souterrain-Charakter). Im weiteren wird auf eine Ausweisung der Baugrubenherstellung als eigenständige Bauelementgruppe verzichtet und die Herstellung an die Erstellung des Fundamentes geknüpft.

Die Aufwendungen zur Gründung liegen für alle Haustypen in derselben Größenordnung, sie steigen aber bei den größeren Mehrfamilienhäusern leicht an.

Die Belegung der bebauten Fläche mit Bodenplatten (Fundamente) beträgt zwischen 80 % und 100 % bei Reihenhäusern. Für Reihenhäuser wird dadurch die effiziente Nutzung der zur Verfügung stehenden Fläche deutlich. Bei den anderen Einfamilienhäusern wird die bebaute Fläche durch Nebenfunktionen großzügiger belegt. Bei Mehrfamilienhäusern müssen Zugangsflächen zur Verfügung gestellt werden.

¹⁴ Die Daten für den Haustyp Doppelhaushälfte werden aus den gewichteten Werten für freistehende Einfamilienhäuser (Anteil: 0,33) und für Reihenhäuser (Anteil: 0,67) gebildet.

Anteile von Bauelementgruppen für die Haustypen (in m²/m² BGF)

	Außenwand-OG	Außenwand-UG	Fenster	Innenwand	Innentüren
MFH-13+x	0,52	0,07	0,13	0,94	0,10
MFH-7-12	0,40	0,12	0,13	0,82	0,10
MFH-3-6	0,49	0,19	0,14	0,81	0,10
RHH	0,44	0,44	0,14	0,72	0,10
ZFH	0,41	0,25	0,18	0,59	0,10
EFH	0,53	0,35	0,23	0,62	0,09

Die Außenhülle der Gebäude ohne Fundament und Dach wird durch die Außenwand des Kellergeschosses (UG), die Außenwand der oberen Geschosse (OG) und die Fenster gebildet. Für die Fenster ergibt sich für Mehrfamilienhäuser und Reihenhäuser ein konstantes Verhältnis zur Bruttogrundfläche. Bei Zweifamilienhäusern und Einfamilienhäusern wird die großzügigere Ausgestaltung sichtbar.

Die Außenwand des Kellergeschosses ist nicht explizit in der Datenbank aufgeführt, sondern sie ist berechnet worden¹⁵. Ihre Größe steigt von den Mehrfamilienhäusern zu den Einfamilienhäusern hin. Ausnahme ist das Reihenhaus. Die einzelnen Reihenhäuser verfügen über einen separaten Keller. Die geringe Grundfläche führt daher zu einem hohen spezifischen Aufwand für die Kellerkonstruktion.

Die Außenwand-OG zeigt keine auffällige Abhängigkeit vom Haustyp, obwohl anzunehmen ist, daß mit einer größeren Gebäudeeinheit ihre Oberfläche deutlich abnimmt. Zum einen wird durch die Verbreiterung der Bemessungsbasis mit der BGF insbesondere für die Einfamilienhäuser das Ergebnis verzerrt, zum anderen werden bei größeren Gebäuden auch versetzte Mauern als gestalterisches Element eingesetzt und so die Fläche der Außenwände erhöht.

Anteile weiterer Bauelementgruppen für die Haustypen (in m²/m² BGF).

	Decken	Dächer-HG	Dächer-NG
Bezugsgrösse	BGF	BF	BF
MFH-13+x	0,84	1,05	0,15
MFH-7-12	0,82	1,03	0,13
MFH-3-6	0,78	1,23	0,13
RHH	0,70	1,12	0,05
ZFH	0,63	1,09	0,20
EFH	0,64	1,05	0,17

¹⁵ Aus der Wurzel der Fläche des Kellerbodens mit 2,8 m Raumhöhe

Die Fläche der Decken nimmt deutlich von den Mehrfamilienhäusern zu den Einfamilienhäusern hin ab. Bei Einfamilienhäusern ist der Anteil der Deckenfläche, die auf die Bruttogrundfläche bezogen wurde, geringer, da gleichzeitig der Anteil der Fläche des Kellerbodens und des Daches an der Bruttogrundfläche überprozentual zunimmt.

Die gesamte Dachfläche setzt sich aus dem Dach des Hauptgeschosses (HG) und dem Dach des Nebengeschosses (NG) zusammen. Der Anteil der Dächer des Nebengeschosses beträgt außer bei Reihenhäusern 13 % bis 20 %. Für Reihenhäuser zeigt sich in dem geringen Anteil das Fehlen von Nebenutzfläche wie in der Ausnutzung der gesamten bebauten Fläche als Grundfläche des Hauses.

Die Dächer des Hauptgeschosses betragen $1,02 \text{ m}^2/\text{m}^2$ bis $1,23 \text{ m}^2/\text{m}^2$ der bebauten Fläche (BF). Sieht man die Größe des Fundamentes als Grundfläche des Hauses an, so ist die Dachfläche ca. 30 % größer als die Grundfläche. Der Unterschied ist durch die größere Fläche bei geneigten Dächern sowie durch Überstände zu erklären.

A-4.4.5 Synthese der Haustypen

Die Modellbildung erfolgt anhand physikalischer Haustypen, denen eine Repräsentativität für ihre jeweilige Gruppe zugesprochen wird.

Die Synthese der einzelnen Haustypen basiert auf den in den vorangegangenen Kapitel beschriebenen Abhängigkeiten zwischen Planungskennzahlen und Bauelementgruppen.

Die Größe der jeweiligen Wohneinheiten ist aus den Grundlagendaten der Prognos-Studie abgeleitet worden (Prognos 1996). Für die Mehrfamilienhäuser ist eine plausible Anzahl an Wohneinheiten pro Haustyp festgelegt worden.

Größe der Planungskennzahlen und Bauelementgruppen für die Haustypen

	Ein- heit	EFH- ABL	DHH- ABL	ZFH- ABL	RHH- ABL	EFH- NBL	DHH- NBL	ZFH- NBL	RHH- NBL	MFH 3-6	MFH 7-12	MFH 13+x
HNF Wohnfläche	/ m ²	140	120	230	112	130	110	200	100	525	702	1200
WE		1	1	2	1	1	1	2	1	5	9	20
Planungskennzahlen												
NNF	m ²	70	45	82	27	65	40	88	21	100	177	420
VF+FF	m ²	39	30	64	25	36	28	70	25	106	156	420
BGF	m ²	308	238	421	196	286	218	366	175	872	1237	2460
BF	m ²	144	101	166	73	134	92	144	65	247	353	820
FBG	m ²	756	444	679	224	702	407	590	200	882	913	1560
Bauelementgruppen												
Gründung	m ³	25	15	30	10	23	14	26	9	52	67	230
Fundament	m ²	120	95	128	73	111	87	111	65	230	293	664
Außenwand-OG	m ²	163	112	173	86	152	102	150	77	425	495	1279
Außenwand -UG	m ²	108	97	105	86	100	89	92	77	166	148	172
Fenster	m ²	71	40	76	27	66	37	66	25	119	161	320
Innenwand	m ²	191	163	248	141	177	150	216	126	702	1014	2312
Innentüren	m ²	28	23	42	20	26	21	37	18	89	124	246
Decken	m ²	197	162	265	137	183	148	231	123	677	1014	2066
Dächer-HG	m ²	151	111	181	82	140	101	157	73	305	363	861
Dächer-NG	m ²	25	9	33	4	23	8	29	3	32	46	123

A-4.5 Aufbau der Bauelementgruppen und Bauelemente im Zubau

A-4.5.1 Gründung

Die Gründung der Gebäude wird in Form von Streifenfundamenten oder Pfahlgründungen durchgeführt. Aus der Aufstellung der baden-württembergischen Architektenkammer (BKB 1996) konnten keine wesentlichen Unterschiede im Aufbau der Gründung abgeleitet werden. Es handelt sich durchgehend um bewehrten Beton. Aus der Detailanalyse kann eine geringere Bewehrung und eine geringere Festigkeitsklasse des eingesetzten Betons bei Ein- bis Zweifamilienhäuser abgeleitet werden. Es werden daher zwei Bauelemente (Gründung E/Z-FH für Ein- und Zweifamilienhäuser und Gründung -MFH für Mehrfamilienhäuser) gebildet (siehe unten). **Eine Differenzierung dieses Bauelementes findet weder über den Szenariozeitraum noch zwischen den Szenarien statt.**

Bauelement: Gründung E/Z-FH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ³)
Beton B15		2460
Arm.-Stahl		30

Bauelement: Gründung -MFH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ³)
Beton B25		2460
Arm.-Stahl		40

A-4.5.2 Fundament

Aus der Aufstellung der BAW (BAW 1995) ist ersichtlich, daß alle Gebäude mit einem ähnlichen Fundament ausgerüstet werden. Unterschiede zwischen einzelnen Gebäudetypen konnten nicht systematisiert werden, so daß **ein Aufbau für alle Gebäudetypen** entsprechend der Aufstellung von Steiger (Steiger 1995) herangezogen werden konnte. Eine Differenzierung dieses Bauelementes wird bei den **Mehrfamilienhäusern** weder über die Zeit noch in den verschiedenen Szenarien durchgeführt; d.h. **der Anteil ist 100%. Bei den Ein- und Zweifamilienhäusern beträgt der Anteil dieses Bauelementes 100% in den Szenarien Referenz und Effizienz über den gesamten Szenariozeitraum.** Im Szenario **Struktur- und Bewußtseinswandel** sinkt der Anteil dieses Bauelementes entsprechend dem Anstieg der kellerlosen „Swatch“-Holzhäuser (siehe unten), für die ein eigenes Element eingestellt wird.

Elementmix für Fundament für 1-2 FH im Szenario SuB			
Jahr	Fundament-Swatch	Fundament-Standard-gedämmt	Summe
1995	0,000	1,000	1,00
1996	0,000	1,000	1,00
1997	0,000	1,000	1,00
1998	0,000	1,000	1,00
1999	0,000	1,000	1,00
2000	0,075	0,925	1,00
2001	0,100	0,900	1,00
2002	0,125	0,875	1,00
2003	0,150	0,850	1,00
2004	0,175	0,825	1,00
2005	0,200	0,800	1,00
2006	0,225	0,775	1,00
2007	0,250	0,750	1,00
2008	0,275	0,725	1,00
2009	0,300	0,700	1,00
2010	0,325	0,675	1,00
2011	0,350	0,650	1,00
2012	0,375	0,625	1,00
2013	0,400	0,600	1,00
2014	0,425	0,575	1,00
2015	0,450	0,550	1,00
2016	0,475	0,525	1,00
2017	0,500	0,500	1,00
2018	0,500	0,500	1,00
2019	0,500	0,500	1,00
2020	0,500	0,500	1,00

Bauelement: Fundament-Standard-gedämmt*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Estrich - Zementestrich	4,5 / 100 %	90
PE - Folie		0,2
Kellerdecke - Dämmungs - mix	-	2,4
Beton B25	20	480
Arm.-Stahl		12
Beton B 5	5	120
Kies / Sand	10	180
Bodenaushub	3000 kg/m ²	3000

* nach (Steiger 1995) An das Bauelement ist der Bodenaushub angebunden.

Für Gebäude ohne Keller („Swatch“-Holzhäuser) wird ein Bauelement Fundament-Swatch eingesetzt (siehe Kap. Gebäude ohne Keller), welches den **zusätzlichen Materialaufwand** zwischen Fundament und einer Betondecke bilanziert. Auf diese Weise wird im Modell der Wegfall einer Betondecke simuliert; bei der Elementgruppe Decken wird daher keine Veränderung in dieser Richtung mehr vorgenommen.

Bauelement: Fundament-Swatch		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Estrich - Zementestrich	-	0
PE - Folie		0
Kellerdecke - Dämmungs - mix	-	2,4
Beton B25	20	0
Arm.-Stahl		0
Beton B 5	5	120
Kies / Sand	10	180

Da der grundsätzliche Aufbau der Elemente Fundament und Betondecke sehr ähnlich ist, muß die weggefallene Kellerdecke nur um den Mehraufwand des Estrichs (48kg/m²), der Sauberkeitsschicht (Beton B5, 120kg/m²) und der kapillarbrechenden Kiesschicht (180 kg/m²) erweitert werden, um das Fundament-Swatch für kellerlose Häuser zu erhalten. Der Bodenaushub entfällt. Als Dämmung wird der Dämmungs-mix des Fundamentes-Standard-gedämmt bilanziert.

A-4.5.3 Außenwände-UG

Der Aufbau der Außenwände im Untergeschoß (Kelleraußenwände) besteht aus der tragenden Außenwand, Außendämmung, Anstrich und Innenputz. Als aktuell relevante Materialien wurden Beton (B25), Kalksandstein, Ziegel und Porenbeton ermittelt. Weitere Konstruktionsmerkmale oder Materialsorten sind von untergeordneter Bedeutung¹⁶. Deutliche Unterschiede sind allerdings hinsichtlich der Materialwahl für 1-2 Familienhäuser und 3+x Familienhäuser gegeben. Die Verteilung zwischen den einzelnen Bauelementen konnte aus Expertengesprächen¹⁷ und aus der Material-Verteilung der tragenden Konstruktion (nach Statistischem Bundesamt) abgeschätzt werden:

Material	Anteil für 1-2-FH	Anteil für 3+x-FH
Beton	0,735	0,9
Kalksandstein	0,065	0,1
Ziegel	0,1	0
Porenbeton	0,1	0

¹⁶ In der Realität spielen auch Leichtbetonsteine für den Wohnungsbau eine Rolle. In der Recherche konnten jedoch keine belastbaren Daten zu deren Anteilen bei Außenwand-UG ermittelt werden. Im Stoffstrommodell wurde daher vereinfachend für AW-UG Beton 25 festgelegt und für AW-OG (siehe unten) der gesamte Betonanteil entsprechend mit Leichtbeton ausgefüllt.

¹⁷ Es wurden Gespräche mit diversen Fachverbänden (Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton) geführt und deren Materialien und Statistiken ausgewertet. Das Öko-Insitut e.V. hat darüber hinaus zum Datenabgleich die eingestellten Anteile der eingesetzten Materialien für AW-UG, AW-OG und Innenwände in absolute Verbräuche umgerechnet und eine befriedigende Übereinstimmung mit den produzierten Mengen (1995) festgestellt (unter Berücksichtigung, daß ca. 80% des Mauerwerkmarktes (mit Ausnahme bei Beton) vom Wohnungsbau bestimmt wird und nur geringe Importe bzw. Exporte stattfinden.

Für Gebäude **mit 3+x Wohneinheiten ist Beton das bevorzugte Material** für die Kelleraußenwand. Daneben wird Kalksandstein noch ein Marktanteil von 10 % zugeschrieben. Für diesen Bausektor besitzen Ziegel und Porenbeton aus statischen Gründen nur eine untergeordnete Bedeutung. **Im 1-2 Familienhausbau dominiert ebenfalls Beton.** Porenbeton wird ebenfalls für die Kellerwand eingesetzt, wenn die Außenwand insgesamt aus Porenbeton aufgebaut wird (Systemhaus). Der Marktanteil für Kellerwände wird hier auf 40 % der Anteile Außenwand-OG (24,7%) geschätzt. Für Ziegel wird bei Kellerwänden wie bei Innenwänden eine geringe „Markentreue“ beobachtet. Der Marktanteil wird auf 10 % geschätzt, d.h. nur in ca. 25 % der Gebäude¹⁸, deren Außenwand aus Ziegel (Marktanteil 48,5%) aufgebaut ist, werden die Kellerwände auch aus demselben Material aufgebaut. Die Verwendung von Kalksandstein im Kellerbereich ist nicht nur auf die Gebäude beschränkt, die als tragende Außenwand-OG auch Kalksandstein einsetzen. Viele Gebäude werden im Kellerbereich mit Kalksandstein und oberhalb der Kellerdecke mit Ziegel oder Porenbeton gebaut. Der Marktanteil von Kalksandstein wird auf 6,5 % geschätzt¹⁹.

Bauelement: Außenwand-UG-Beton-gedämmt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenwand-UG-Dämmstoff-mix	12	5,412
Bitumenanstrich	-	0,3
Beton B25	30	720
Arm.-Stahl	-	12
Innenputz	1 / 50%	10

Bauelement: Außenwand-UG-KSS-gedämmt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenwand-UG-Dämmstoff-mix	12	5,412
Bitumenanstrich	-	0,3
Kalksandstein	24	312
Innenputz	1 / 50%	10
Mörtel-normal	-	64,4

¹⁸ Schätzwert, gestützt auf Expertennachfrage.

¹⁹ Nach Auskunft des Kalksandstein-Service Rhein-Main-Neckar GmbH liegt der Marktschwerpunkt für Kalksandstein eindeutig bei den Mehrfamilienhäusern (Außenwände und Innenwände).

Bauelement: Außenwand-UG-Ziegel-gedämmt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenwand-UG-Dämmstoff-mix	12	5,412
Bitumenanstrich	-	0,3
Ziegel	36,5	262,8
Innenputz	1 / 50%	10
Mörtel-normal	-	98

Bauelement: Außenwand-UG-Porenbeton-gedämmt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenwand-UG-Dämmstoff-mix	12	5,412
Bitumenanstrich	-	0,3
Porenbeton	30	150
Innenputz	1 / 50%	10
Mörtel-normal	-	80,5

Der Aufbau der einzelnen Bauelemente orientiert sich an SIA (Steiger 1995). Zusätzlich sind aus Expertengesprächen „typische“ Qualitäten der Materialien und Wandstärken ermittelt worden. Für Beton (B 25 mit Dichte 2400 kg/m³) wird daher eine 30 cm Wandstärke angesetzt. Die Formate der anderen Baustoffe legen für Kalksandstein²⁰ (1300 kg/m³) eine Wandstärke von 24 cm, für Ziegel (720 kg/m³) von 36,5 cm und für Porenbeton (500 kg/m³) von 30 cm nahe. Die Mörtelmengen wurden aus gemittelten Werten (Verbrauch in l pro m³ Mauerwerkbaustoff) des Bundesverbandes der Deutschen Mörtelindustrie e.V. (BDM 1996) durch Multiplikation mit den Wandstärken ermittelt. Ein Abgleich mit dezidierten Angaben des Ziegellexikon (ZL 1996) ergab eine befriedigende Übereinstimmung angesichts der realen großen Bandbreiten des relativen Mörtelinsatzes²¹.

Eine Differenzierung der Anteile der Bauelemente zwischen den Szenarien und über den Szenariozeitraum unterbleibt im Falle der Mehrfamilienhäuser sowie zwischen den einzelnen Mehrfamilienhäusern selbst. Weder in der Aufstellung der BAW (BAW 1995) noch in Expertengesprächen konnte ein allgemeiner Trend zu unterschiedlich dimensionierten Bauelementen nach Gebäudetypen gefunden werden. Dabei wird in Fachkreisen die Überdimensionierung der Bauelemente aus statischer Sicht durchaus problematisiert. Eine systematische Aufstellung einer möglichen „Leichtbauweise“ konnte jedoch nicht entwickelt werden.

²⁰ vgl. (KSS 1995).

²¹ Der relative Mörtelverbrauch ist außer von der Wanddicke von mehreren Faktoren wie Steinformat, Mauersteine mit oder ohne Stoßfuge etc. abhängig. Die Angaben zum Mörtelinsatz in einigen Ökobilanzen liegen deutlich unter den Durchschnittsangaben in (BDM 1996) und (ZL 1996) und werden für die Szenarien (nationaler Bezug) daher nicht herangezogen.

Im Falle **der 1-2-Familienhäuser** wird die oben aufgeführte Materialienverteilung für Außenwand-UG für die Szenarien Referenz und Effizienz bis 2020 unverändert weitergeführt. Im Falle des **SuB-Szenario** wird ab 2000 **ein wachsender Anteil (+ 2,5 %/a) der kellerlosen „Swatch“-Holzhäuser** eingestellt, so daß sich hier die Anteile der Außenwand-UG-Elemente verändern. Modelltechnisch wird dies durch die Einführung eines Nullelementes²² (Außenwand-UG-Swatch) erreicht. Die Anteile der anderen Elemente verringern sich entsprechend, ohne ihr Verhältnis untereinander zu verändern.

²² Das Nullelement (Außenwand-UG-Swatch), welches keine Baustoffe nachfragt) dient der Prüfung auf Datenvollständigkeit durch das Modell (Summe aller Elemente Außenwand-UG muß jedes Jahr = 1 sein !)

Elementmix für Außenwand-Untergeschoß für 1-2 FH im Szenario SuB						
Jahr	Swatch	Beton	Ziegel	KSS	Porenbeton	Summe
1995	0	0,735	0,100	0,065	0,100	1,00
1996	0	0,735	0,100	0,065	0,100	1,00
1997	0	0,735	0,100	0,065	0,100	1,00
1998	0	0,735	0,100	0,065	0,100	1,00
1999	0	0,735	0,100	0,065	0,100	1,00
2000	0,075	0,680	0,093	0,060	0,093	1,00
2001	0,100	0,662	0,090	0,059	0,090	1,00
2002	0,125	0,643	0,088	0,057	0,088	1,00
2003	0,150	0,625	0,085	0,055	0,085	1,00
2004	0,175	0,606	0,083	0,054	0,083	1,00
2005	0,200	0,588	0,080	0,052	0,080	1,00
2006	0,225	0,570	0,078	0,050	0,078	1,00
2007	0,250	0,551	0,075	0,049	0,075	1,00
2008	0,275	0,533	0,073	0,047	0,073	1,00
2009	0,300	0,515	0,070	0,046	0,070	1,00
2010	0,325	0,496	0,068	0,044	0,068	1,00
2011	0,350	0,478	0,065	0,042	0,065	1,00
2012	0,375	0,459	0,063	0,041	0,063	1,00
2013	0,400	0,441	0,060	0,039	0,060	1,00
2014	0,425	0,423	0,058	0,037	0,058	1,00
2015	0,450	0,404	0,055	0,036	0,055	1,00
2016	0,475	0,386	0,053	0,034	0,053	1,00
2017	0,500	0,368	0,050	0,033	0,050	1,00
2018	0,500	0,368	0,050	0,033	0,050	1,00
2019	0,500	0,368	0,050	0,033	0,050	1,00
2020	0,500	0,368	0,050	0,033	0,050	1,00

A-4.5.4 Außenwände-OG

Der Aufbau der Außenwände im Obergeschoß setzt sich aus dem tragenden Mauerwerk, dem Innen- und Außenputz und ggf. aus dem Dämmmaterial zusammen. Die definierte Verteilung der Elemente wird sowohl bei den 1-2-Familienhäusern als auch bei den Mehrfamilienhäusern im wesentlichen durch **zwei Faktoren** bestimmt. Der **erste Faktor** ist das Mauerwerk selbst. Für beide Gebäudeklassen werden Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton sowie Leichtbeton eingesetzt²³. Hinzu kommt bei den 1-2-Familienhäusern ein Anteil an Holzhäusern von ca. 5%²⁴. Folgend den Recherchen bei Fachverbänden und der Auswertung von Statistiken wie (StBA 1995) wurde der folgende Materialmix²⁵ in das Stoffstrommodell eingestellt:

Material	Anteil für 1-2-FH	Anteil für 3+x-FH
Ziegel	48,45	44,00
Kalksandstein	13,30	32,00
Porenbeton	24,70	10,00
Leichtbeton	8,55	14,00
Holz	5,00	0

Die Recherchen ergaben eindeutig, daß Ziegel sowohl bei 1-2-Familienhäusern als auch bei Mehrfamilienhäusern bundesweit das am meisten verwendete Mauerwerksmaterial für die tragenden Konstruktionen ist. Nach Auskunft des Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie können die Daten des Statistischen Bundesamtes (StBA 1995), die den Baustoff ausweisen, der bei der Erstellung der tragenden Konstruktion überwiegend Verwendung findet, für die Außenwände-OG eingestellt werden. Alle Statistiken zu Mauerwerkbaustoffen weisen Kalksandstein nach Ziegeln den zweiten Platz zu. Der Schwerpunkt liegt nach Angaben der Kalksandsteinindustrie für Kalksandstein jedoch eindeutig bei Mehrfamilienhäusern. Demgegenüber liegt bei Porenbeton, welches am gesamten Markt für Mauersteine die dritte Position einnimmt, nach Auskunft des Fachverbandes der Nachfrageschwerpunkt eindeutig bei 1-2-Familienhäusern.

²³ Insbesondere bei Mehrfamilienhäusern kommt auch Stahlbeton zum Einsatz. Die Daten des Statistischen Bundesamtes (StBA 1995) weisen jedoch nur geringe Anteile auf, so daß dieses Material hier vernachlässigt wird.

²⁴ Die Daten nach (StBA 1995) zeigen, daß Holzhäuser bei den Mehrfamilienhäusern für das Stoffstrommodell vernachlässigt werden können.

²⁵ Es wurden Gespräche mit diversen Fachverbänden (Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton) geführt und deren Materialien und Statistiken ausgewertet. Das Öko-Insitut e.V. hat darüber hinaus zum Datenabgleich die eingestellten Anteile der eingesetzten Materialien für AW-UG, AW-OG und Innenwände in absolute Verbräuche umgerechnet und eine befriedigende Übereinstimmung mit den produzierten Mengen (1995) festgestellt (unter Berücksichtigung, daß ca. 80% des Mauerwerkmarktes vom Wohnungsbau bestimmt wird und nur geringe Importe bzw. Exporte stattfinden).

Der **zweite Faktor**, welche die definierte Verteilung der Elemente bestimmt, ist der wärmetechnische Standard. Es wurden für die Mauerwerkmaterialien Ziegel, Kalksandstein, Porenbeton und Leichtbeton jeweils die Standards Wärmeschutzverordnung 1995 (WSV 95), Niedrigenergie (NEH) und Passiv definiert. Im Falle der **Mehrfamilienhäuser** ergeben sich somit zwölf verschiedene Elemente in der Elementgruppe Außenwände-OG. Die Anteile dieser zwölf Elemente differenzieren zwischen den Szenarien und über die Zeit entsprechend der in den Szenarien eingestellten Entwicklung des Wärmedämmstandards im Zubau. Das Verhältnis der Mauerwerkmaterialien bleibt dabei konstant, da die Recherche bei den Fachverbänden ergeben hat, daß keine drastischen Veränderungen im bundesdeutschen Mauerwerksmix erwartet werden. Im Falle **der 1-2-Familienhäuser** wird der Elementmix aus diesen zwölf Varianten noch zusätzlich um eine **Außenwand auf Holzbasis mit NEH-Standard** ergänzt. Der Anteil von 5% bleibt im Falle der Szenarien Referenz und Effizienz über die Zeit unverändert. Im Falle des SuB-Szenario nimmt der Anteil ab 2000 um 2,5 %/a zu, da der Anteil der kellerlosen „Swatch“-Holzhäuser entsprechend steigt. Ab 2017 beträgt der Anteil von Holz (NEH) am Elementmix 50% im SuB-Szenario.

Im folgenden wird der Aufbau der einzelnen Elemente^{26,27} und danach die Entwicklung der Elementverteilung bei den 1-2-Familienhäusern und Mehrfamilienhäusern aufgeführt.

Bauelement: Außenwand-OG-Ziegel-WSV-95*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Wärmedämmputz	2,5	15
Ziegel (700 kg/m ³)	36,5	255,5
Innenputz	1	20
Mörtel-normal	-	98

* nach (Bruck 1996)

²⁶ Die Berücksichtigung von Vormauerwerk, dessen Anteil am Gesamtmarkt nach verschiedenen Statistiken unter 10% liegt, wurde für das Stoffstrommodell vernachlässigt.

²⁷ Zum Mörtel Einsatz bei den einzelnen Bauelementen vgl. die Angaben unter Außenwände-UG.

Bauelement: Außenwand-OG-Ziegel-NEH*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	15	3,95
Ziegel (736 kg/m ³)	24	174,64
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	64,4

* nach (Bruck 1996)

Bauelement: Außenwand-OG-Ziegel-Passiv*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	27,5	7,23
Ziegel (736 kg/m ³)	24	174,64
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	64,4

* nach (Bruck 1996), für Dämmung nach (IWU 1994)

Bauelement: Außenwand-OG-Porenbeton-WSV-95⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
Porenbeton (500 kg/m ³)	30	150
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	80,5

* nach Porenbeton, technische Daten (PB 1997a) und Porenbetonhandbuch (PB 1996)

Bauelement: Außenwand-OG-Porenbeton-NEH⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	4	1,05
Porenbeton (400 kg/m ³)	36,5	146
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	98

* nach Porenbeton, technische Daten (PB 1997a) und Porenbetonhandbuch (PB 1996)

Bauelement: Außenwand-OG-Porenbeton-Passiv⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	16,5	4,34
Porenbeton (400 kg/m ³)	36,5	146
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	98

* nach Porenbeton, technische Daten (PB 1997a) und Porenbetonhandbuch (PB 1996)

Bauelement: Außenwand-OG-KSS-WSV-95⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	8	2,1
Kalksandstein (1700 kg/m ³)	17,5	297,5
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	47

* nach (KSS 1995)

Bauelement: Außenwand-OG-KSS-NEH⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	15	3,95
Kalksandstein (1700 kg/m ³)	17,5	297,5
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	47

* nach (KSS 1995)

Bauelement: Außenwand-OG-KSS-Passiv⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	27,5	7,23
Kalksandstein (1700 kg/m ³)	17,5	297,5
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	47

* nach (KSS 1995), für Dämmung (IWU 1994)

Bauelement: Außenwand-OG-Leichtbeton-WSV-95*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	8	2,1
Leichtbeton (1200 kg/m ³)	30	360
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	80,5

* Aufbau abgeleitet nach (KSS 1995), mittlere Dichte für Leichtbeton nach (Schneider 1996), Ansatz für Dünnbettmörtel abgeleitet von (PB 1996)

Bauelement: Außenwand-OG-Leichtbeton-NEH*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	15	3,95
Leichtbeton (1200 kg/m ³)	30	360
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	80,5

* Aufbau abgeleitet nach (KSS 1995), mittlere Dichte für Leichtbeton nach (Schneider 1996), Ansatz für Dünnbettmörtel abgeleitet von (PB 1996)

Bauelement: Außenwand-OG-Leichtbeton-Passiv*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Außenputz	1	22
AW-OG-Dämmstoffmix	27,5	7,23
Leichtbeton (1200 kg/m ³)	30	360
Innenputz	1	20
Dünnbettmörtel	-	80,5

* Aufbau abgeleitet nach (KSS 1995), mittlere Dichte für Leichtbeton nach (Schneider 1996), Ansatz für Dünnbettmörtel abgeleitet von (PB 1996), Dämmung nach (IWU 1994)

Bauelement: Außenwand-OG-Holz-NEH⁺		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Gipskartonplatte	1,25/100%	12,5
Holz-Kantholz	4,00/12%	2,88
DM-Glaswolle	4,00/88%	1,41
PE-Folie	0,02/105%	0,21
Holz-Spanplatte	1,3/100%	10,4
Holz-Kantholz	16/25%	24
DM-Glaswolle	16/75%	4,8
Holz-Weichfaserplatte	1,3/100%	7,8
Holz-Kantholz	3/7%	1,26
Holz-Bretter	3/100%	18

* nach (Such 1997)

AW-OG-mix im Szenario Referenz für 1-2 FH																														
Jahr	Betonsteine 95	Betonsteine NEH	Betonsteine Passiv	Ziegel 95	Ziegel NEH	Ziegel Passiv	KSS 95	KSS NEH	KSS Passiv	Porenbeton 95	Porenbeton NEH	Porenbeton Passiv	Holz (NEH)		Summe															
1995	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,00															
1996	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,00															
1997	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,00															
1998	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,00															
1999	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,00															
2000	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,00															
2001	0,0849	0,0006	0,0000	0,4811	0,0034	0,0000	0,1321	0,0009	0,0000	0,2453	0,0017	0,0000	0,0500		1,00															
2002	0,0843	0,0012	0,0000	0,4777	0,0068	0,0000	0,1311	0,0019	0,0000	0,2435	0,0035	0,0000	0,0500		1,00															
2003	0,0837	0,0018	0,0000	0,4743	0,0102	0,0000	0,1302	0,0028	0,0000	0,2418	0,0052	0,0000	0,0500		1,00															
2004	0,0831	0,0024	0,0000	0,4709	0,0136	0,0000	0,1293	0,0037	0,0000	0,2401	0,0069	0,0000	0,0500		1,00															
2005	0,0825	0,0030	0,0000	0,4675	0,0170	0,0000	0,1283	0,0047	0,0000	0,2383	0,0087	0,0000	0,0500		1,00															
2006	0,0819	0,0036	0,0000	0,4641	0,0204	0,0000	0,1274	0,0056	0,0000	0,2366	0,0104	0,0000	0,0500		1,00															
2007	0,0813	0,0042	0,0000	0,4607	0,0238	0,0000	0,1265	0,0065	0,0000	0,2349	0,0121	0,0000	0,0500		1,00															
2008	0,0807	0,0048	0,0000	0,4573	0,0272	0,0000	0,1255	0,0075	0,0000	0,2331	0,0139	0,0000	0,0500		1,00															
2009	0,0801	0,0054	0,0000	0,4539	0,0306	0,0000	0,1246	0,0084	0,0000	0,2314	0,0156	0,0000	0,0500		1,00															
2010	0,0795	0,0060	0,0000	0,4505	0,0340	0,0000	0,1237	0,0093	0,0000	0,2297	0,0173	0,0000	0,0500		1,00															

2011	0,0789	0,0066	0,0000	0,4471	0,0374	0,0000	0,1227	0,0103	0,0000	0,2279	0,0191	0,0000	0,0500		1,00
2012	0,0783	0,0072	0,0000	0,4437	0,0408	0,0000	0,1218	0,0112	0,0000	0,2262	0,0208	0,0000	0,0500		1,00
2013	0,0777	0,0078	0,0000	0,4403	0,0442	0,0000	0,1209	0,0121	0,0000	0,2245	0,0225	0,0000	0,0500		1,00
2014	0,0771	0,0084	0,0000	0,4369	0,0476	0,0000	0,1199	0,0131	0,0000	0,2227	0,0243	0,0000	0,0500		1,00
2015	0,0765	0,0090	0,0000	0,4335	0,0510	0,0000	0,1190	0,0140	0,0000	0,2210	0,0260	0,0000	0,0500		1,00
2016	0,0759	0,0096	0,0000	0,4301	0,0544	0,0000	0,1181	0,0149	0,0000	0,2193	0,0277	0,0000	0,0500		1,00
2017	0,0753	0,0102	0,0000	0,4267	0,0578	0,0000	0,1171	0,0159	0,0000	0,2175	0,0295	0,0000	0,0500		1,00
2018	0,0747	0,0108	0,0000	0,4233	0,0612	0,0000	0,1162	0,0168	0,0000	0,2158	0,0312	0,0000	0,0500		1,00
2019	0,0741	0,0114	0,0000	0,4199	0,0646	0,0000	0,1153	0,0177	0,0000	0,2141	0,0329	0,0000	0,0500		1,00
2020	0,0735	0,0120	0,0000	0,4165	0,0680	0,0000	0,1143	0,0187	0,0000	0,2123	0,0347	0,0000	0,0500		1,00

AW-OG-mix im Szenario Effizienz für 1-2 FH															
Jahr	Betonsteine 95	Betonsteine NEH	Betonsteine Passiv	Ziegel 95	Ziegel NEH	Ziegel Passiv	KSS 95	KSS NEH	KSS Passiv	Porenbeton 95	Porenbeton NEH	Porenbeton Passiv	Holz (NEH)		Summe
1995	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,0000
1996	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,0000
1997	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,0000
1998	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,0000
1999	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500		1,0000
2000	0,0810	0,0045	0,0000	0,4590	0,0255	0,0000	0,1260	0,0070	0,0000	0,2340	0,0130	0,0000	0,0500		1,0000
2001	0,0759	0,0090	0,0006	0,4301	0,0510	0,0034	0,1181	0,0140	0,0009	0,2193	0,0260	0,0017	0,0500		1,0000
2002	0,0708	0,0135	0,0012	0,4012	0,0765	0,0068	0,1101	0,0210	0,0019	0,2045	0,0390	0,0035	0,0500		1,0000
2003	0,0657	0,0180	0,0018	0,3723	0,1020	0,0102	0,1022	0,0280	0,0028	0,1898	0,0520	0,0052	0,0500		1,0000
2004	0,0606	0,0225	0,0024	0,3434	0,1275	0,0136	0,0943	0,0350	0,0037	0,1751	0,0650	0,0069	0,0500		1,0000
2005	0,0555	0,0270	0,0030	0,3145	0,1530	0,0170	0,0863	0,0420	0,0047	0,1603	0,0780	0,0087	0,0500		1,0000
2006	0,0504	0,0315	0,0036	0,2856	0,1785	0,0204	0,0784	0,0490	0,0056	0,1456	0,0910	0,0104	0,0500		1,0000
2007	0,0453	0,0360	0,0042	0,2567	0,2040	0,0238	0,0705	0,0560	0,0065	0,1309	0,1040	0,0121	0,0500		1,0000
2008	0,0402	0,0405	0,0048	0,2278	0,2295	0,0272	0,0625	0,0630	0,0075	0,1161	0,1170	0,0139	0,0500		1,0000
2009	0,0351	0,0450	0,0054	0,1989	0,2550	0,0306	0,0546	0,0700	0,0084	0,1014	0,1300	0,0156	0,0500		1,0000
2010	0,0300	0,0495	0,0060	0,1700	0,2805	0,0340	0,0467	0,0770	0,0093	0,0867	0,1430	0,0173	0,0500		1,0000
2011	0,0249	0,0540	0,0066	0,1411	0,3060	0,0374	0,0387	0,0840	0,0103	0,0719	0,1560	0,0191	0,0500		1,0000

2012	0,0198	0,0585	0,0072	0,1122	0,3315	0,0408	0,0308	0,0910	0,0112	0,0572	0,1690	0,0208	0,0500		1,0000
2013	0,0147	0,0630	0,0078	0,0833	0,3570	0,0442	0,0229	0,0980	0,0121	0,0425	0,1820	0,0225	0,0500		1,0000
2014	0,0096	0,0675	0,0084	0,0544	0,3825	0,0476	0,0149	0,1050	0,0131	0,0277	0,1950	0,0243	0,0500		1,0000
2015	0,0045	0,0720	0,0090	0,0255	0,4080	0,0510	0,0070	0,1120	0,0140	0,0130	0,2080	0,0260	0,0500		1,0000
2016	0,0000	0,0759	0,0096	0,0000	0,4301	0,0544	0,0000	0,1181	0,0149	0,0000	0,2193	0,0277	0,0500		1,0000
2017	0,0000	0,0753	0,0102	0,0000	0,4267	0,0578	0,0000	0,1171	0,0159	0,0000	0,2175	0,0295	0,0500		1,0000
2018	0,0000	0,0747	0,0108	0,0000	0,4233	0,0612	0,0000	0,1162	0,0168	0,0000	0,2158	0,0312	0,0500		1,0000
2019	0,0000	0,0741	0,0114	0,0000	0,4199	0,0646	0,0000	0,1153	0,0177	0,0000	0,2141	0,0329	0,0500		1,0000
2020	0,0000	0,0735	0,0120	0,0000	0,4165	0,0680	0,0000	0,1143	0,0187	0,0000	0,2123	0,0347	0,0500		1,0000

AW-OG-mix im Szenario SuB für 1-2 FH														
Jahr	Betonsteine 95	Betonsteine NEH	Betonsteine Passiv	Ziegel 95	Ziegel NEH	Ziegel Passiv	KSS 95	KSS NEH	KSS Passiv	Porenbeton 95	Porenbeton NEH	Porenbeton Passiv	Holz (NEH)	
1995	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500	1,0000
1996	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500	1,0000
1997	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500	1,0000
1998	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500	1,0000
1999	0,0855	0,0000	0,0000	0,4845	0,0000	0,0000	0,1330	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	0,0500	1,0000
2000	0,0810	0,0023	0,0000	0,4590	0,0128	0,0000	0,1260	0,0035	0,0000	0,2340	0,0065	0,0000	0,0750	1,0000
2001	0,0759	0,0045	0,0006	0,4301	0,0255	0,0034	0,1181	0,0070	0,0009	0,2193	0,0130	0,0017	0,1000	1,0000
2002	0,0708	0,0068	0,0012	0,4012	0,0383	0,0068	0,1101	0,0105	0,0019	0,2045	0,0195	0,0035	0,1250	1,0000
2003	0,0657	0,0090	0,0018	0,3723	0,0510	0,0102	0,1022	0,0140	0,0028	0,1898	0,0260	0,0052	0,1500	1,0000
2004	0,0606	0,0113	0,0024	0,3434	0,0638	0,0136	0,0943	0,0175	0,0037	0,1751	0,0325	0,0069	0,1750	1,0000
2005	0,0555	0,0135	0,0030	0,3145	0,0765	0,0170	0,0863	0,0210	0,0047	0,1603	0,0390	0,0087	0,2000	1,0000
2006	0,0504	0,0158	0,0036	0,2856	0,0893	0,0204	0,0784	0,0245	0,0056	0,1456	0,0455	0,0104	0,2250	1,0000
2007	0,0453	0,0180	0,0042	0,2567	0,1020	0,0238	0,0705	0,0280	0,0065	0,1309	0,0520	0,0121	0,2500	1,0000
2008	0,0402	0,0203	0,0048	0,2278	0,1148	0,0272	0,0625	0,0315	0,0075	0,1161	0,0585	0,0139	0,2750	1,0000
2009	0,0351	0,0225	0,0054	0,1989	0,1275	0,0306	0,0546	0,0350	0,0084	0,1014	0,0650	0,0156	0,3000	1,0000
2010	0,0300	0,0248	0,0060	0,1700	0,1403	0,0340	0,0467	0,0385	0,0093	0,0867	0,0715	0,0173	0,3250	1,0000
2011	0,0249	0,0270	0,0066	0,1411	0,1530	0,0374	0,0387	0,0420	0,0103	0,0719	0,0780	0,0191	0,3500	1,0000

2012	0,0198	0,0293	0,0072	0,1122	0,1658	0,0408	0,0308	0,0455	0,0112	0,0572	0,0845	0,0208	0,3750	1,0000
2013	0,0147	0,0315	0,0078	0,0833	0,1785	0,0442	0,0229	0,0490	0,0121	0,0425	0,0910	0,0225	0,4000	1,0000
2014	0,0096	0,0338	0,0084	0,0544	0,1913	0,0476	0,0149	0,0525	0,0131	0,0277	0,0975	0,0243	0,4250	1,0000
2015	0,0045	0,0360	0,0090	0,0255	0,2040	0,0510	0,0070	0,0560	0,0140	0,0130	0,1040	0,0260	0,4500	1,0000
2016	0,0000	0,0376	0,0096	0,0000	0,2133	0,0544	0,0000	0,0586	0,0149	0,0000	0,1088	0,0277	0,4750	1,0000
2017	0,0000	0,0348	0,0102	0,0000	0,1972	0,0578	0,0000	0,0541	0,0159	0,0000	0,1005	0,0295	0,5000	1,0000
2018	0,0000	0,0342	0,0108	0,0000	0,1938	0,0612	0,0000	0,0532	0,0168	0,0000	0,0988	0,0312	0,5000	1,0000
2019	0,0000	0,0336	0,0114	0,0000	0,1904	0,0646	0,0000	0,0523	0,0177	0,0000	0,0971	0,0329	0,5000	1,0000
2020	0,0000	0,0330	0,0120	0,0000	0,1870	0,0680	0,0000	0,0513	0,0187	0,0000	0,0953	0,0347	0,5000	1,0000

2011	0,123	0,017	0,000	0,386	0,054	0,000	0,281	0,039	0,000	0,088	0,012	0,000		1,00
2012	0,122	0,018	0,000	0,383	0,057	0,000	0,278	0,042	0,000	0,087	0,013	0,000		1,00
2013	0,121	0,019	0,000	0,380	0,060	0,000	0,276	0,044	0,000	0,086	0,014	0,000		1,00
2014	0,120	0,020	0,000	0,377	0,063	0,000	0,274	0,046	0,000	0,086	0,014	0,000		1,00
2015	0,119	0,021	0,000	0,374	0,066	0,000	0,272	0,048	0,000	0,085	0,015	0,000		1,00
2016	0,118	0,022	0,000	0,371	0,069	0,000	0,270	0,050	0,000	0,084	0,016	0,000		1,00
2017	0,117	0,023	0,000	0,368	0,072	0,000	0,268	0,052	0,000	0,084	0,016	0,000		1,00
2018	0,116	0,024	0,000	0,365	0,075	0,000	0,266	0,054	0,000	0,083	0,017	0,000		1,00
2019	0,115	0,025	0,000	0,362	0,078	0,000	0,263	0,057	0,000	0,082	0,018	0,000		1,00
2020	0,114	0,026	0,000	0,359	0,081	0,000	0,261	0,059	0,000	0,082	0,018	0,000		1,00

AW-OG-mix im Szenario Effizienz für 3+x FH														
Jahr	Betonsteine 95	Betonsteine NEH	Betonsteine Passiv	Ziegel 95	Ziegel NEH	Ziegel Passiv	KSS 95	KSS NEH	KSS Passiv	Porenbeton 95	Porenbeton NEH	Porenbeton Passiv		Summe
1995	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1996	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1997	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1998	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1999	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
2000	0,1260	0,0140	0,0000	0,3960	0,0440	0,0000	0,2880	0,0320	0,0000	0,0900	0,0100	0,0000		1,00
2001	0,1181	0,0210	0,0009	0,3711	0,0660	0,0029	0,2699	0,0480	0,0021	0,0843	0,0150	0,0007		1,00
2002	0,1101	0,0280	0,0019	0,3461	0,0880	0,0059	0,2517	0,0640	0,0043	0,0787	0,0200	0,0013		1,00
2003	0,1022	0,0350	0,0028	0,3212	0,1100	0,0088	0,2336	0,0800	0,0064	0,0730	0,0250	0,0020		1,00
2004	0,0943	0,0420	0,0037	0,2963	0,1320	0,0117	0,2155	0,0960	0,0085	0,0673	0,0300	0,0027		1,00
2005	0,0863	0,0490	0,0047	0,2713	0,1540	0,0147	0,1973	0,1120	0,0107	0,0617	0,0350	0,0033		1,00
2006	0,0784	0,0560	0,0056	0,2464	0,1760	0,0176	0,1792	0,1280	0,0128	0,0560	0,0400	0,0040		1,00
2007	0,0705	0,0630	0,0065	0,2215	0,1980	0,0205	0,1611	0,1440	0,0149	0,0503	0,0450	0,0047		1,00
2008	0,0625	0,0700	0,0075	0,1965	0,2200	0,0235	0,1429	0,1600	0,0171	0,0447	0,0500	0,0053		1,00
2009	0,0546	0,0770	0,0084	0,1716	0,2420	0,0264	0,1248	0,1760	0,0192	0,0390	0,0550	0,0060		1,00
2010	0,0467	0,0840	0,0093	0,1467	0,2640	0,0293	0,1067	0,1920	0,0213	0,0333	0,0600	0,0067		1,00
2011	0,0387	0,0910	0,0103	0,1217	0,2860	0,0323	0,0885	0,2080	0,0235	0,0277	0,0650	0,0073		1,00

2012	0,0308	0,0980	0,0112	0,0968	0,3080	0,0352	0,0704	0,2240	0,0256	0,0220	0,0700	0,0080		1,00
2013	0,0229	0,1050	0,0121	0,0719	0,3300	0,0381	0,0523	0,2400	0,0277	0,0163	0,0750	0,0087		1,00
2014	0,0149	0,1120	0,0131	0,0469	0,3520	0,0411	0,0341	0,2560	0,0299	0,0107	0,0800	0,0093		1,00
2015	0,0070	0,1190	0,0140	0,0220	0,3740	0,0440	0,0160	0,2720	0,0320	0,0050	0,0850	0,0100		1,00
2016	0,0000	0,1251	0,0149	0,0000	0,3931	0,0469	0,0000	0,2859	0,0341	0,0000	0,0893	0,0107		1,00
2017	0,0000	0,1241	0,0159	0,0000	0,3901	0,0499	0,0000	0,2837	0,0363	0,0000	0,0887	0,0113		1,00
2018	0,0000	0,1232	0,0168	0,0000	0,3872	0,0528	0,0000	0,2816	0,0384	0,0000	0,0880	0,0120		1,00
2019	0,0000	0,1223	0,0177	0,0000	0,3843	0,0557	0,0000	0,2795	0,0405	0,0000	0,0873	0,0127		1,00
2020	0,0000	0,1213	0,0187	0,0000	0,3813	0,0587	0,0000	0,2773	0,0427	0,0000	0,0867	0,0133		1,00

AW-OG-mix im Szenario SuB für 3+x FH														
Jahr	Betonsteine 95	Betonsteine NEH	Betonsteine Passiv	Ziegel 95	Ziegel NEH	Ziegel Passiv	KSS 95	KSS NEH	KSS Passiv	Porenbeton 95	Porenbeton NEH	Porenbeton Passiv		Summe
1995	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1996	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1997	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1998	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
1999	0,1330	0,0070	0,0000	0,4180	0,0220	0,0000	0,3040	0,0160	0,0000	0,0950	0,0050	0,0000		1,00
2000	0,1260	0,0140	0,0000	0,3960	0,0440	0,0000	0,2880	0,0320	0,0000	0,0900	0,0100	0,0000		1,00
2001	0,1181	0,0210	0,0009	0,3711	0,0660	0,0029	0,2699	0,0480	0,0021	0,0843	0,0150	0,0007		1,00
2002	0,1101	0,0280	0,0019	0,3461	0,0880	0,0059	0,2517	0,0640	0,0043	0,0787	0,0200	0,0013		1,00
2003	0,1022	0,0350	0,0028	0,3212	0,1100	0,0088	0,2336	0,0800	0,0064	0,0730	0,0250	0,0020		1,00
2004	0,0943	0,0420	0,0037	0,2963	0,1320	0,0117	0,2155	0,0960	0,0085	0,0673	0,0300	0,0027		1,00
2005	0,0863	0,0490	0,0047	0,2713	0,1540	0,0147	0,1973	0,1120	0,0107	0,0617	0,0350	0,0033		1,00
2006	0,0784	0,0560	0,0056	0,2464	0,1760	0,0176	0,1792	0,1280	0,0128	0,0560	0,0400	0,0040		1,00
2007	0,0705	0,0630	0,0065	0,2215	0,1980	0,0205	0,1611	0,1440	0,0149	0,0503	0,0450	0,0047		1,00
2008	0,0625	0,0700	0,0075	0,1965	0,2200	0,0235	0,1429	0,1600	0,0171	0,0447	0,0500	0,0053		1,00
2009	0,0546	0,0770	0,0084	0,1716	0,2420	0,0264	0,1248	0,1760	0,0192	0,0390	0,0550	0,0060		1,00
2010	0,0467	0,0840	0,0093	0,1467	0,2640	0,0293	0,1067	0,1920	0,0213	0,0333	0,0600	0,0067		1,00
2011	0,0387	0,0910	0,0103	0,1217	0,2860	0,0323	0,0885	0,2080	0,0235	0,0277	0,0650	0,0073		1,00

2012	0,0308	0,0980	0,0112	0,0968	0,3080	0,0352	0,0704	0,2240	0,0256	0,0220	0,0700	0,0080		1,00
2013	0,0229	0,1050	0,0121	0,0719	0,3300	0,0381	0,0523	0,2400	0,0277	0,0163	0,0750	0,0087		1,00
2014	0,0149	0,1120	0,0131	0,0469	0,3520	0,0411	0,0341	0,2560	0,0299	0,0107	0,0800	0,0093		1,00
2015	0,0070	0,1190	0,0140	0,0220	0,3740	0,0440	0,0160	0,2720	0,0320	0,0050	0,0850	0,0100		1,00
2016	0,0000	0,1251	0,0149	0,0000	0,3931	0,0469	0,0000	0,2859	0,0341	0,0000	0,0893	0,0107		1,00
2017	0,0000	0,1241	0,0159	0,0000	0,3901	0,0499	0,0000	0,2837	0,0363	0,0000	0,0887	0,0113		1,00
2018	0,0000	0,1232	0,0168	0,0000	0,3872	0,0528	0,0000	0,2816	0,0384	0,0000	0,0880	0,0120		1,00
2019	0,0000	0,1223	0,0177	0,0000	0,3843	0,0557	0,0000	0,2795	0,0405	0,0000	0,0873	0,0127		1,00
2020	0,0000	0,1213	0,0187	0,0000	0,3813	0,0587	0,0000	0,2773	0,0427	0,0000	0,0867	0,0133		1,00

A-4.5.5 Fenster

Aus der Recherche beim Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V. (VFF 1997) konnte folgende Verteilung der Fenstermaterialien anhand der Stückzahl für das Jahr 1996 ermittelt werden:

Marktanalyse Fenster für Ein- bis Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser, differenziert nach Zubau, Altbau (Sanierung Bestand) und den Materialien Holz, Aluminium und PVC, Basis Stückzahl., Angaben in %.

Haustyp (WE)	Material	Zubau	Altbau	gesamt
1-2-FH				
	Holz	46,6	34,2	38,6
	Kunststoff	44,0	63,4	56,6
	Aluminium	9,4	2,3	4,8
MFH				
	Holz	36,0	25,6	29,6
	Kunststoff	60,1	70,9	66,8
	Aluminium	3,9	3,5	3,7

Insgesamt beträgt der Absatz an Fenstern im **Wohnungsbau** 16,1 Millionen Stück, wovon 10,2 Mio. Stück im Altbau und nur 5,9 Mio. Stück im Zubau eingesetzt werden. Die Renovierung und Sanierung überwiegt damit dem Neubau. Traditionell werden in Mehrfamilienhäusern mehr Kunststoffenster eingesetzt. Als Gründe hierfür können die höheren Wartungskosten für das regelmäßige Lackieren der Holzfenster angegeben werden.

Der höhere Einsatz von Aluminiumfenstern im Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern kann mit aufwendigeren Konstruktionen erklärt werden. Im bestehenden Gebäuden eignet sich Aluminium nicht zum Ersatz von Kunststoff- oder Holzfenstern, da Aluminium gegenüber den beiden anderen ohne Leibung montiert wird.

(Im **Nichtwohnbereich** dominiert Aluminium mit 60 %, so daß im gesamten Fenstermarkt Aluminium auf 24 %, Kunststoff auf 49 % und Holz auf einen Marktanteil von 28 % kommt.)

Die Veränderungen der Fenster im Zubau folgt der Strategie der Sanierung des Altbaus. Im **Referenz-Szenario** werden **Standard-Fenster** mit dem oben aufgeführten Materialmix installiert. **Bis zum Jahr 2020** sollen sich **keine Veränderungen** einstellen. Im **Effizienz-Szenario** wird **Aluminium substituiert** und hochgedämmte Fenster werden eingebaut. Im **SuB-Szenario** werden allein **hochgedämmte Holzfenster** eingesetzt.

Verteilung der Fenster **im Jahr 2020** für den Zubau in Ein- bis Zweifamilienhäuser.

	Referenz	Effizienz	SuB
Holz	46,6	-	-
Holz hochgedämmt	-	51,5	100,0
PVC	44,0	-	-
PVC hochgedämmt	-	48,5	-
Aluminium	9,4	-	-

Verteilung der Fenster **im Jahr 2020** für den Zubau in Mehrfamilienhäuser.

	Referenz	Effizienz	SuB
Holz	36,0	-	-
Holz hochgedämmt	-	37,5	100,0
PVC	60,1	-	-
PVC hochgedämmt	-	62,5	-
Aluminium	3,9	-	-

Als Bezugsgröße für die Fenster wurde im Modell die Fensterfläche gewählt. Informationen über die durchschnittliche Größe oder eine Größenverteilung liegen nicht vor. Für das Rahmenmaterial wird daher aus der Fenster- Ökobilanz (EMPA 1996) die dort festgelegte typische Fenstergröße übernommen und auf 1 m² normiert. Als Fenster wurde dort ein zweiflügeliges Fenster der Abmesung 1,65x1,3 m also 2,145 m² gewählt. Die in der folgenden Tabelle genannten Anteile der verschiedenen Materialien beziehen sich auf 1 m² Fensterrohfläche mit einem Glasanteil von 90 Flächen%.

Bauelement: Fenster-Holz-Standard		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Fenster-Holz	-	11,2
Fenster-Fensterglas	-	20,0

Bauelement: Fenster-Alu-Standard		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Fenster-Alu	-	18,5
Fenster-Fensterglas	-	20,0

Bauelement: Fenster-PVC-Standard		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Fenster-PVC	-	20,4
Fenster-Fensterglas	-	20,0

Bauelement: Fenster-Holz-hochgedämmt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Fenster-Holz	-	11,2
Fenster-Fensterglas	-	30,0

Bauelement: Fenster-PVC-hochgedämmt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Fenster-PVC	-	20,4
Fenster-Fensterglas	-	30

A-4.5.6 Innenwände

Innenwände können in tragender oder nicht-tragender Ausführung aufgebaut werden. Die einzelne Ausführung und Materialwahl ist dabei vom Brandschutz und Schallschutzanforderungen abhängig. Dadurch ergeben sich andere Anforderungen bei den Mehrfamilienhäusern gegenüber den Einfamilienhäusern. In der Praxis zeigt es sich, daß Kalksandstein im Innenausbau eine bevorzugte Rolle spielt, die in der Ausdehnungseigenschaft dieses Baustoffes begründet liegt. Zudem weist Kalksandstein aufgrund seiner hohen Dichte gute Schallschutzeigenschaften auf. Ziegel werden in nur geringem Maße in Form von Vollziegeln mit einer Dichte von ca. 1600 kg/m³ eingesetzt (BDZ 1997). Porenbeton wird im Mehrfamilienhäusern als Leichtbauwand eingesetzt. Auf die Innenwandfläche bezogen, wird **dem Kalksandstein ein Anteil von 70 %, Ziegel von 10 % und Porenbeton von 20 %** zugesprochen. **Dieser Baustoff-Mix soll für Mehrfamilienhäuser über alle Szenarien konstant und nicht zeitvariabel sein**, da die Recherchen keine einschneidenden Veränderungen des Baustoff-Mixes erwarten lassen.

Im 1-2 Familienhausbau wird zwischen konventioneller Bauweise und Holzbauweise je nach Szenario unterschieden. Der Anteil der Innenwände in Holzbauweise ist dabei an die allgemeine Entwicklung der Holzhäuser gekoppelt (siehe Außenwand-OG). Dies bedeutet für die **Szenarien Referenz und Effizienz einen zeitkonstanten Flächenanteil der konventionellen Bauweise von 95% und einen flächenbezogenen Anteil der Holzbauweise von 5%**. Im Falle des SuB-Szenario steigt ab 2000 der Anteil der **Holzbauweise entsprechend der Zunahme der kellerlosen „Swatch“-Holzhäuser um 2,5%/a** und erreicht ab 2017 **einen Anteil von 50%**, der unverändert fortgeführt wird. In gleichem Maße sinkt der Anteil der konventionellen Bauweise für Innenwände in diesem Szenario von 95% bis auf 50% flächenbezogene Anteile ab.

Für die konventionelle Bauweise bei **1-2 Familienhäusern** werden **Kalksandstein flächenbezogene Anteile von 31,6 %, Ziegel von 15,8 % und Porenbeton von 52,6 %** zugerechnet. Der hohe Anteil Porenbeton wird mit dem Bedarf an leichten nicht tragenden Wänden begründet (PB 1997b). Wie bei den Mehrfamilienhäusern bleibt der **Baustoff-Mix für die konventionelle Bauweise über die Szenarien konstant und ist nicht zeitvariabel**. **Holzbauten** verwenden nahezu ausschließlich auf ihre Bedürfnisse abgestimmte Innenwandkonstruktionen. Dabei wird zwischen tragenden und nicht-tragenden Wänden, sowie Trennwänden (z.B. Brandabschlußwänden in Reihenhäusern) unterschieden. Aus Detailanalysen von Gebäuden in **Holzbauweise wird den nicht-tragenden Innenwänden 40 % Anteil, den tragenden Innenwänden 30 % und den Trennwänden ebenfalls 30 % zugewiesen**.

Bauelement: Innenwand-MFH-konventionell*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Putz-Innenputz	1	20
Ziegel (1600 kg/m ³)	17,5 / 20%	56
Porenbeton (500 kg/m ³)	10 / 20%	10
Kalksandstein (1700 kg/m ³)	17,5 / 60%	178,5
Mörtel-Dünnbettmörtel	-	43
Putz-Innenputz	1	20

* nach (BVZ 1997), (KSS 1995), (PB 1997a), (PB 1997c), gemittelter Mörtel Einsatz über Mauerdicken geschätzt nach (BDM 1996), (ZL 1996)

Bauelement: Innenwand-EFH-konventionell*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Putz-Innenputz	1	20
Ziegel (1600 kg/m ³)	17,5 / 15,8%	44,2
Porenbeton (500 kg/m ³)	10 / 52,6%	26,3
Kalksandstein (1700 kg/m ³)	17,5 / 31,6%	93,9
Mörtel-Dünnbettmörtel	-	36,4
Putz-Innenputz	1	20

* nach (BVZ 1997), (KSS 1995), (PB 1997a), (PB 1997c), gemittelter Mörtel Einsatz über Mauerdicken geschätzt nach (BDM 1996), (ZL 1996)

Holzbauweise: Innenwände, tragend und nichttragend:

Der Aufbau der Innenwände entspricht dem Grundprinzip von Ständerwerk, Holzwerkstoffplatten und Hohlraumdämmung. Tragende und nichttragende Innenwände unterscheiden sich nur durch die Querschnitte der Holzständer und die damit bedingte Wandstärke. Die Querschnitte der Holzständer richten sich neben den statischen Anforderungen vor allem nach dem vorrätigen Marktangebot. Für tragende Innenwände wird ein häufig verwendeter Querschnitt von 6/12 cm angenommen, für nichttragende von 6/8 cm.

Bauelement: Innenwand-Holz-nicht-tragend*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Holz-Spanplatte	1,2 / 100%	9,6
Holzständer (Holz-Kantholz)	8 / 20%	9,6
DM-Glaswolle	8 / 80%	1,28
Holz-Spanplatte	1,2 / 100%	9,6

* nach (Such 1997)

Bauelement: Innenwand-Holz-tragend*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Holz-Spanplatte	1,2	9,6
Holzständer (Holz-Kantholz)	12 / 20%	14,4
DM-Glaswolle	12 / 80%	1,92
Holz-Spanplatte	1,2	9,6

* nach (Such 1997)

Holzbauweise: Gebäudetrennwände:

Gebäudetrennwände müssen neben statischen Funktionen die Anforderungen für Brandschutz und Schallschutz erfüllen, die von Bundesland zu Bundesland variieren. Nach der Hessischen Bauordnung (HBO) sind Brandwände in Gebäuden der Klassen B und D erst erforderlich ab einer Gebäudelänge von 60 m. Die Trennwände müssen aber zweischalig sein und jeweils eine Brandfestigkeit von mindestens F30B von innen nach außen und F90B von außen nach innen aufweisen. Der vorgeschlagene Bauteilaufbau orientiert sich an der DIN 4102 (Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen) und sieht eine nichttragende Wand vor, damit nicht die Holzbalken der Geschoßdecken in den „brandsicheren“ Bauteilaufbau eingreifen.

Bauelement: Innenwand-Holz-Trennwand*		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Luftraum	40	-
Gipskartonplatte	1,8	18
Gipskartonplatte	1,8	18
Holz-Spanplatte	1,3	10,4
Holzständer (Holz-Kantholz)	10 / 20%	12
DM-Steinwolle	10 / 80%	8
Holz-Spanplatte	1,3	10,4
Dampfsperre (PE-Folie)	0,02	0,21
Gipskartonplatte	1,25	11,25

* nach (Such 1997)

A-4.5.7 Innentüren

Innentüren werden weder über die Szenarien noch zeitlich verändert. Es wird dabei unterstellt, daß Innentüren konventionell aus Holz gefertigt werden. Inclusive Beschläge konnte folgende Zusammensetzung des Bauelementes abgeschätzt werden:

Bauelement: Innentüren-Holz		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Holz-Bretter	-	10
Stahl-arm.	-	1

A-4.5.8 Decken

Decken werden als Betondecke oder als Holzbalkendecke in jeweils unterschiedlichen Variationen konstruiert. **Für Mehrfamilienhäuser werden dabei aus Schallschutzgründen nur Betondecken verwendet.** In konventionellen Ein- bis Zweifamilienhäusern werden als Kellerdecke und über dem Erdgeschoß ebenfalls bevorzugt Betondecken eingesetzt. Nur die oberste Decke wird als Holzbalkendecke ausgeführt. Im Holzbau werden hingegen außer der Kellerdecke auch andere Decken in Holzbauweise gebaut. Im **konventionellen Wohnungsbau (E/Z-FH) wird der Anteil der Holzdecken auf 20 %** geschätzt. Im **Holzbau** wird außer der Kellerdecke alle anderen Decken in Holzbauweise ausgeführt, so daß der **Holzdeckenanteil 67 %** beträgt. Für **alle Ein- bis Zweifamilienhäuser** kann der Holzdeckenanteil (HdA) daher nach

$$HdA = HdA(konv) \cdot (\text{Anteil konventioneller Bau}) + HdA(\text{Holzbau}) \cdot (\text{Anteil Holzbau})$$

berechnet werden. Für das **Startjahr aller Szenarien beträgt der Holzbauanteil 5 %**, so daß

$$HdA = 0,2 \cdot 0,95 + 0,667 \cdot 0,05 = 0,223$$

der **Holzdeckenanteil 22,3 %** beträgt.

Es werden in Gebäuden mit 3+x Wohneinheiten nur Betondecken eingesetzt. Es ist nicht erkennbar, daß sich das Bauelement Decke hier selber über die Zeit ändern wird.

Innerhalb des Modells wird sich für **Ein- bis Zweifamilienhäuser** in unterschiedlichen Szenarien der Einsatz der Holzbauweise auf den Bedarf an Deckenelementen auswirken. In den **Szenarien Referenz und Effizienz beträgt der flächenbezogene Anteil an Holzdecken 22,3% und der Anteil an Betondecken entsprechend 77,7%**. Das Verhältnis verändert sich in diesen Szenarien über die Zeit nicht, da anteilig nicht mehr Holzhäuser gebaut werden. **Anders im SuB-Szenario:** hier steigt der Anteil der Holzhäuser ab 2000 mit 2,5%/a und damit wächst auch der flächenbezogene Anteil an Holzdecken. In der folgenden Tabelle ist die Deckenentwicklung im SuB-Szenario dezidiert aufgeführt.

Jahr	Deckenverteilung für 1-2 FH im SUB-Szenario				Holzdeckenanteil		Betondeckenanteil		Holzdecken gesamt	Betondecken gesamt	Summe
	Holzhaus (NEH)	Steinhaus	Holzdeckenanteil Holzhaus	Betondeckenanteil Holzhaus	Holzdeckenanteil Steinhaus	Betondeckenanteil Steinhaus					
1995	0,050	0,950	0,667	0,333	0,2	0,8	0,223	0,777	1,000		
1996	0,050	0,950	0,667	0,333	0,2	0,8	0,223	0,777	1,000		
1997	0,050	0,950	0,667	0,333	0,2	0,8	0,223	0,777	1,000		
1998	0,050	0,950	0,667	0,333	0,2	0,8	0,223	0,777	1,000		
1999	0,050	0,950	0,667	0,333	0,2	0,8	0,223	0,777	1,000		
2000	0,075	0,925	0,667	0,333	0,2	0,8	0,235	0,765	1,000		
2001	0,100	0,900	0,667	0,333	0,2	0,8	0,247	0,753	1,000		
2002	0,125	0,875	0,667	0,333	0,2	0,8	0,258	0,742	1,000		
2003	0,150	0,850	0,667	0,333	0,2	0,8	0,270	0,730	1,000		
2004	0,175	0,825	0,667	0,333	0,2	0,8	0,282	0,718	1,000		
2005	0,200	0,800	0,667	0,333	0,2	0,8	0,293	0,707	1,000		
2006	0,225	0,775	0,667	0,333	0,2	0,8	0,305	0,695	1,000		
2007	0,250	0,750	0,667	0,333	0,2	0,8	0,317	0,683	1,000		
2008	0,275	0,725	0,667	0,333	0,2	0,8	0,328	0,672	1,000		
2009	0,300	0,700	0,667	0,333	0,2	0,8	0,340	0,660	1,000		
2010	0,325	0,675	0,667	0,333	0,2	0,8	0,352	0,648	1,000		
2011	0,350	0,650	0,667	0,333	0,2	0,8	0,363	0,637	1,000		
2012	0,375	0,625	0,667	0,333	0,2	0,8	0,375	0,625	1,000		
2013	0,400	0,600	0,667	0,333	0,2	0,8	0,387	0,613	1,000		
2014	0,425	0,575	0,667	0,333	0,2	0,8	0,398	0,602	1,000		
2015	0,450	0,550	0,667	0,333	0,2	0,8	0,410	0,590	1,000		
2016	0,475	0,525	0,667	0,333	0,2	0,8	0,422	0,578	1,000		
2017	0,500	0,500	0,667	0,333	0,2	0,8	0,433	0,567	1,000		
2018	0,500	0,500	0,667	0,333	0,2	0,8	0,434	0,567	1,000		
2019	0,500	0,500	0,667	0,333	0,2	0,8	0,434	0,566	1,000		
2020	0,500	0,500	0,667	0,333	0,2	0,8	0,433	0,567	1,000		

Der Aufbau der Betondecke wird aus SIA (Steiger 1995) übernommen, wobei der Estrichbelag den deutschen Anforderungen angepaßt wurde. Es handelt sich um eine Decke aus bewehrten Beton bzw. bewehrten Betonplatten. Andere Konstruktionen (z.B. mit Stahlunterzügen) werden im Wohnungsbau nur in untergeordnetem Maße verwendet. Die Betondecke ist mit Trittschallschutz und Estrichbelag versehen.

Bauelement: Decken-Beton		
Material	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Estrich - Zementestrich	4,5 / 100 %	90
PE - Folie	0,2	0,2
DM-Steinwolle	2	2
Beton B25	20	480
Arm.-Stahl		16
Putz-Innenputz	1	20

Holzdecken können unterschiedlich aufgebaut werden. Einen Überblick gibt SIA (Steiger 1995). Neben Holzkastendecken werden Holzbalkendecken, die mit verschiedenen Deckungen (Beton, Spanplatte, Zementstein) versehen werden, eingesetzt. Dabei kann der Anteil Betonanteil der Holzbalken - Beton - Verbunddecke 40 % des Betonaufwandes einer Betondecke erreichen. **Da Holzdecken im Modell im hohem Maße in Holzhäusern eingesetzt werden, soll eine typische Holzbalkendecke ohne Betonverbund aufgenommen werden.** Dabei werden die Holzbalken mit Spanplatte bedeckt und die Trittschalldämmung wird durch Steinwolle- Auflage hergestellt. Als oberste Abdeckung wird Estrich eingesetzt.

Bauelement: Decken-Holzdecken		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Estrich - Zementestrich	4,5 / 100%	90
PE - Folie	0,2	0,2
DM-Steinwolle (100 kg/m ³)	2	2
Spanplatte	2,3	18,4
DM Steinwolle (40 kg/m ³)	20 / 80%	6,4
Holz-Kantholz	20 / 20%	24
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

A-4.5.9 Dach-HG

Auf neuen Gebäuden im Wohnungsbau werden nach Auskunft eines Herstellers von Dachbedeckungen fast ausschließlich Steildächer installiert (Braas 1997) . Flachdächer besitzen aber weiterhin einen sehr hohen Anteil an Gewerbebauten. Für den **Zubau im Wohnungsbau wird daher nur das Steildach betrachtet**. Die unterschiedlichen Typen an Steildächer (Walmdach, Satteldach etc.) werden für das Stoffstrommodell nicht weiter differenziert. Es bestehen Unterschiede im notwendigen Holzeinsatz für die Balkenkonstruktion, die aber aufgrund der Datenlage nicht sinnvoll differenziert werden können. Eine Differenzierung des Aufbaus der Dächer ist hinsichtlich der Wärmedämmung notwendig. **Entsprechend der Systematik wird die Dämmung auf die Anforderung der Wärmeschutzverordnung 95, dem NEH-Standard und dem Passivhausstandard ausgelegt.**

Die Dachdeckung erfolgt meist mit Betondachsteinen oder Dachziegeln (Tonziegel und Biberschwänze), die in einem Mix (vgl. Kap. Baustoffe) zusammengefaßt sind²⁸. Hier konnte aus Recherchen eine charakteristische Differenzierung zwischen E/Z-Familienhäusern und Mehrfamilienhäusern erarbeitet werden (Braas 1997) und eigene Berechnungen²⁹.

Bedeckungsmaterial	E/Z-FH (Flächenanteil in %)	MFH (Flächenanteil in %)
Tonziegel-Biber	4	0
Tonziegel-Standard	35	10
Betondachstein	61	90

Insgesamt werden die Dächer nach ihrem Wärmedämmstandard und ihrem Einsatz (E/ZFH oder MFH) differenziert. **Es ergeben sich damit 6 Varianten**. Die Verteilung dieser Varianten über die Zeit bei den einzelnen Haustypen ist **direkt an die Entwicklung des wärmetechnischen Standards in den Szenarien Referenz, Effizienz und SuB gekoppelt**.

²⁸ Andere Bedeckungsmaterialien für Steildächer wie Schiefer, Kunststoff etc. haben zusammen nur einen flächenbezogenen Anteil von ca. 5% und werden im Stoffstrommodell daher vernachlässigt.

²⁹ Zur Bildung der Dachbedeckungs-Mixer wurde ein iterativer Abgleich der Rechercheinformationen mit der Produktionsstatistik vorgenommen.

Die Dachdeckung wird für die Gebäudetypen mit einem Mix beschrieben. Die Dachsteine und -ziegel liegen auf einer Lattung mit Windbremse. Die Konstruktion wird durch Rispenbänder versteift. Zur Abdeckung der Konstruktion zur Innenseite sind Weichfaserplatten oder Bretter gebräuchlich, die hier als Alternative mit je 50 % Anteil angesetzt sind. Die gebräuchlichste Sparrrendicke beträgt 16 cm. Dadurch wird durch Ausfüllen der Zwischenräume mit Dämmung die Dämmstoffdicke auf ebenfalls 16 cm festgelegt. Größere Dicken werden aufgrund ökonomischer Überlegung nicht eingesetzt. Eine Erhöhung der Dämmstoffdicke wird durch Auflattung realisiert. Dabei kann die Auflattung sowohl nach Außen als auch nach Innen erfolgen. Der Unterschied ist aber nicht stoffstromrelevant. Für das Passivhaus ist insgesamt eine Dicke von 28 cm vorgesehen. Die NEH-Haus-Variante besitzt 22 cm Dämmung, das Haus, gedämmt nach der WSchV'95, sieht eine Dämmung von 16 cm entsprechend der Sparrenstärke vor. Als Innenabdeckung ist eine Gipskartonplatte vorgesehen.

Bauelement: Dächer-HG-Steildach-Passiv-EFH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-EFH	-	46,733
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
Stahl(Armierung) (Rispenband)	0,2 / 2%	0,32
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Bretter	1,2 / 50%	3,6
Holz-Weichfaserplatte	2,1 / 50%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	16 / 80%	2,8
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2
Steildach-Dämmstoffmix	6 / 93%	1,2
Holz-Kantholz	6 / 7%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	6 / 93%	1,2
Holz-Kantholz	6 / 7%	2,52
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

Bauelement: Dächer-HG-Steildach-Passiv-MFH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-MFH	-	45,31
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
Stahl(Armierung) (Rispenband)	0,2 / 2%	0,32
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Bretter	1,2 / 50%	3,6
Holz-Weichfaserplatte	2,1 / 50%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	16 / 80%	2,8
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2
Steildach-Dämmstoffmix	6 / 93%	1,2
Holz-Kantholz	6 / 7%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	6 / 93%	1,2
Holz-Kantholz	6 / 7%	2,52
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

Bauelement: Dächer-HG-Steildach-NEH-EFH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-EFH	-	46,733
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
Stahl(Armierung) (Rispenband)	0,2 / 2%	0,32
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Bretter	1,2 / 50%	3,6
Holz-Weichfaserplatte	2,1 / 50%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	16 / 80%	2,8
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2
Steildach-Dämmstoffmix	6 / 93%	1,2
Holz-Kantholz	6 / 7%	2,52
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

Bauelement: Dächer-HG-Steildach-NEH-MFH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-MFH	-	45,31
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
Stahl(Armierung) (Rispenband)	0,2 / 2%	0,32
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Bretter	1,2 / 50%	3,6
Holz-Weichfaserplatte	2,1 / 50%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	16 / 80%	2,8
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2
Steildach-Dämmstoffmix	6 / 93%	1,2
Holz-Kantholz	6 / 7%	2,52
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

Bauelement: Dächer-HG-Steildach-WSV95-EFH		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-EFH	-	46,733
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
Stahl(Armierung) (Rispenband)	0,2 / 2%	0,32
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Bretter	1,2 / 50%	3,6
Holz-Weichfaserplatte	2,1 / 50%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	16 / 80%	2,8
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

Bauelement: Dächer-HG-Steildach-WSV95-MFH		
Material	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-MFH	-	45,31
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
Stahl(Armierung) (Rispenband)	0,2 / 2%	0,32
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Bretter	1,2 / 50%	3,6
Holz-Weichfaserplatte	2,1 / 50%	2,52
Steildach-Dämmstoffmix	16 / 80%	2,8
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2
PE-Folie	0,2	0,2
Holz-Kantholz (Lattung)	2,5 / 13%	1,95
Gipskartonplatte	1,25	11,25

A-4.5.10 Dach-NG

Dächer über Nebengebäude dienen als Bedachung von Garagen, Tiefgaragen und Unterständen. Entsprechend ihrem Einsatzzweck wird zwischen MFH und E/Z-FH unterschieden. Weitergehende Information zur Detailisierung konnten nicht in Erfahrung gebracht werden, so daß aus der Detailanalyse der BWA (BWA 1995) Trenderaussagen gewonnen und in die Bauelemente übertragen werden müssen.

Für beide Häuser wird für Nebengebäude Flachdächer bzw. Dächer mit geringer Neigung eingesetzt. Als Dachmaterial werden Bitumenbahnen oder Dachplatten aus Faserzement oder Metallen gebräuchlich. In Ihrer Konstruktionsart wird in MFH Betondecken, teilweise mit Aufbauten, eingesetzt, während in E/Z-FH Holzkonstruktionen bevorzugt werden.

Für beide Elemente konnte keine Zeitvarianz ermittelt werden. Für alternative Entwicklungen in den Szenarien fehlte die entsprechende Datengrundlage.

Für die MFH wird eine Betonkonstruktion nach SIA (Steiger 1995) mit Bitumenbahnen aufgestellt.

Bauelement: Dach-NG-Flachdach-MFH		
Material	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Kies	3	54
Bitumen-DB	-	8,8
Bitumen	-	5,3
Beton B25	20	480
Arm.-Stahl		16

Für Ein- bis Zweifamilienhäuser wird aus SIA (SIA1995) eine Holzkonstruktion mit einer Dachbedeckung aus Faserzementplatten (50%), Blech (20%), Aluminium (20%) und Titanzinkblech (10%) zusammengeführt.

Bauelement: Dächer-NG-Flachdach-EFH		
Material	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	0,08 / 10%	0,568
Alublech	0,1 / 20%	0,54
Blech	0,1 / 20%	1,57
Faserzementplatten	- / 50%	11,5
Holz-Bretter	1,8	10,8
Holz-Kantholz	10 / 20%	12

A-4.5.11 Gebäude ohne Keller

Die traditionelle Funktion des Kellers als Lageraum für Lebensmittel, feste und flüssige Brennstoffe sowie als Heizungskeller verliert immer mehr an Bedeutung. Die Umstellung auf Gas mit den geringen Abmessungen der modernen Heizkessel entbindet den Kellerraum von seiner traditionellen Funktion. Da Kellerraum relativ teuer gebaut werden muß, verzichten Anbieter im Marktsegment „kostengünstiges Bauen“ auf die Errichtung eines Kellers und bieten stattdessen für sperrige Güter Garagenraum oder Gartenhäuschen als Alternative an.

Gleichzeitig ist der Ausbau des Kellers im Zubau bei den festgelegten Bedingungen wie Grundstücksgröße und Geschößflächenzahl die einzige Möglichkeit, zusätzlichen Raum zu schaffen. Gerade bei Neubaugebieten in Hanglage ist der Übergang vom traditionellen Keller zum Wohnkeller bemerkbar.

Die Übertragung einer kellerlosen Bauweise in das Modell erfordert daher eine Abschätzung des Potentials zur Nutzungseinschränkung.

Für Mehrfamilienhäuser ist dieses Potential aufgrund fehlender Ausweichmöglichkeit wie der geringen Wohnfläche pro Wohneinheit sehr beschränkt und wird in keinem Szenario betrachtet. **Für die E/Z-FH wird im Szenario Struktur- und Bewußtseinswandel ab dem Jahr 2000 (Start mit 7,5% Anteil) der Trend zum kellerlosen „Swatch“-Holzhaus mit Niedrigenergiestandard unterstellt. Ab dem Jahr 2017 beträgt der Anteil dieser kellerlosen Häuser 50% bei allen 1-2-Familienhäusern³⁰.** Im Referenz- und Effizienz-Szenario ist der Anteil dieser Gebäude über den Szenariozeitraum null.

Die Eingabe der **kellerlosen Bauweise in das Modell** erfolgt durch zwei Veränderungen:

1. Für den Anteil an kellerlosem Bauen wird der Anteil der Kellerwände (Außenwände-UG) gekürzt. Das Verhältnis der verbleibenden Elementvarianten für Kellerwände untereinander soll dabei konstant bleiben. Der kellerlose Anteil wird dabei durch ein Nullelement repräsentiert, um die Prüfroutinen des Modells nutzen zu können (vgl. Kap. Außenwand-UG).

³⁰ Die genaue Entwicklung des kellerlosen Bauens bei den 1-2-Familienhäusern im SUB-Szenario ist in den Tabellen in den Kapiteln Fundament und Außenwände-UG detailliert dargestellt.

2. Durch den Wegfall des Kellers wird die ursprüngliche Kellerdecke quasi zum Fundament und das ursprüngliche Fundament entfällt, oder die Kellerdecke entfällt und das Fundament verbleibt. Da die Decken eine komplexe Materialverteilung aufweisen, sollen sie nicht verändert werden. Da die Kellerdecke bei allen Gebäudetypen als Betondecke gebaut wird, soll die Kellerdecke als Fundament im kellerlosem Bauen dienen. Die zusätzlichen Materialaufwände, um aus einer Kellerdecke ein Fundament zu machen, wird im Bauelement „Fundament-Swatch“ zusammengefaßt (vgl. Kapitel Fundament).

A-4.6 Aufbau der Bauelementgruppen und Bauelemente - Bestand

A-4.6.1 Zuordnung der Bauelemente im Bestand

Vorgehensweise

Aus der vorliegenden Aufstellung von Görg (Görg 1997) wurde der exemplarische, nicht vollständige Katalog nach DIN 276 der Bauelemente aufgearbeitet. Der Katalog unterscheidet die Altersklassen (In Klammern Kürzel Görg):

1. bis 1918 für EFH (EF I/MB) und MFH (MF I/MB)
2. 1918 bis 1948 für EFH (EF II/MB) und MFH (MF II/MB)
3. 1949 bis 1957 für EFH (EF III/MB) und MFH (MF III/MB)
4. 1958 bis 1968 für EFH (EF IV/MB) und MFH (MF IV/MB)
5. 1968 bis 1995 für EFH (EF V/MB) und MFH (MF V/MB)
6. zusätzlich großes MFH-ABL (MF IV-V/SK) und MFH-NBL (Plattenbau) (MF IV-V/PL)

Die Auflistung wird nicht in der notwendigen Disaggregation für alle Häuser aufgelistet. Es sollen daher Gemeinsamkeiten der Häuser in ihren Altersklassen herausgefunden und so die fehlenden Daten interpoliert werden.

Für Einfamilienhäuser bis 1957 sind nur wenige Informationen in der Arbeit verfügbar, entsprechendes fehlt für das große MFH-ABL. Zusätzlich erschwert die Dokumentation die Übertragung in das im Modell angewendete Datenformat.

Die Vorgehensweise orientiert sich daher an den Bauelementen, die jeweils für alle Häuser gemeinsam beschrieben werden. Da im Modell eine exakte Beschreibung der Materialien für eine stoffliche Charakterisierung des Abfalls nicht genutzt wird, ist es ausreichend, wenn die Materialien grob beschrieben werden.

A-4.6.2 Gründung

Die Gründung der MFH sind bis 1948 mit Stampfbeton, erst danach mit bewehrten Beton, typischerweise B25, ausgeführt worden. Das EFH 1958 bis 1968 verfügt ebenfalls nur über eine Gründung mit Stampfbeton. Für das EFH 1948 bis 1957 ist eine Gründung mit Bruchsteinen und Kalkmörtel dokumentiert.

Für die Datenbasis wird die Gründung der EFH nach 1969 und der MFH nach 1949 mit dem Bauelement „Gründung“ des Zubaus beschrieben. Für alle anderen wird ein Bauelement „Gründung-alt“ kreiert, das aus den Baustoffen Stampfbeton und anderen Mauersteinen besteht.

Bauelement: Gründung-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ³)
Beton B 5/ Mauerstein	-	2400	2400

Bauelementgruppe: Gründung			
	Gründung-alt	Gründung E/Z-FH	Gründung-MFH
EF I/ MB	1	0	0
EF II/ MB	1	0	0
EF III/ MB	1	0	0
EF IV/ MB	1	0	0
EF V/MB	0	1	0
MF I/ MB	1	0	0
MF II/ MB	1	0	0
MF III/ MB	0	0	1
MF IV/ MB	0	0	1
MF V/MB	0	0	1
MF IV-V/SK	0	0	1
MF IV-V/PL	0	0	1

A-4.6.3 Fundament

Das Fundament alter Häuser ist nicht beschrieben, es kann jedoch davon ausgegangen werden, das sie in ihrem heutigen Zustand mit einer Bodenplatte³¹ ausgerüstet sind. Eine detaillierte Aufnahme des Bestandes an älteren Häusern könnte daher zu dem Ergebnis führen, daß diese zum allergrößten Teil mit Bodenplatten neuzeitlichen Datums ausgerüstet sind. Eine deutliche Abweichung ist in der Dicke der Bodenplatte festzustellen. Bei EFH von 49-95 ist 10 bis 15 cm bewehrter Beton eingesetzt worden. MFH verfügen über 15 bis 20 cm bewehrten Beton als Bodenplatte. Bei MFH bis 1949 wurde Stampfbeton (B5) verwendet. Da diese geringfügigen Unterschiede im Modell für den Bestand nicht stoffstromrelevant erscheinen, wird das Bauelement „Fundament“ des Zubaus auch für den Bestand eingesetzt, jedoch ohne Dämmmaterialien und mit der mittleren Dicke von 15 cm. Für die Hälfte aller Gebäude wird ein Estrichbelag von 3,5 cm Dicke angenommen.

Bauelement: Fundament-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Estrich	3,5 / 50 %	2200	35
Beton B20	15	2400	360
Arm.-Stahl			12
Beton B 5	5	2400	120
Kies / Sand	10	1800	180

³¹ Eine Bodenplatte aus gestampften Lehm war früher, insbesondere in ländlichen Gegenden, üblich, wurde aber überwiegend durch eine Betonplatte ersetzt.

A-4.6.4 Außenwände-UG

Für die Außenwände-UG (Kellergeschoß) können folgende Konstruktionsarten identifiziert werden:

1. Für EFH bis Baujahr 1957 hat Görg als typisches Element in seiner Arbeit Bruchmauerwerke aufgeführt. Der Anteil an Kalkmörtel wird dabei auf ca. 30 % angegeben. Nach Augenschein ist diese Konstruktionsart in der Altersklasse bis 1949 am weitesten verbreitet. Für die Altersklasse 1949-57 erscheint diese Bauweise, obwohl in der Arbeit von Görg aufgeführt, jedoch nur noch teilweise als typisch gelten zu können.
2. Für EFH ab 1958 werden Betonwände mit 30 bzw. 36 cm Dicke angegeben.
3. Die Kelleraußenwände der MFH bis 1957 wurde nach der Aufstellung von Görg aus massiven Ziegel mit 28 % Mörtelanteil gefertigt. In den Beispielen ist die Abnahme der Wandstärke von 64 cm (vor 1918) auf 49 bis 51 cm (bis 1957) auffällig.
4. Für die Zeitspanne von 1958 bis 1995 werden in MFH Betonsteine und Hochlochziegel mit einer Wandstärke von 36,5 cm genannt.
5. Für die Häuser in Plattenbauweise wird eine Betonweise aus bewehrten Stahl in einer Stärke von 26 cm angegeben.

Die Putzdicke wird nicht in allen Aufstellung genannt. Durchschnittlich wird eine Putzdicke von jeweils 1,5 cm für Innen- und Außenputz genannt.

Aus der Übersicht werden folgende Bauelemente kreiert:

- Für EFH und MFH bis zum Jahr 1948 wird ein Bauelement mit 55 cm Mauerwerk (Dichte 1,8 für Vollziegel oder Bruchsteine) bei 28 % Mörtelanteil und jeweils 1,5 cm Putzstärke angesetzt.
- Für EFH und MFH (1958-95) wird eine Wandstärke von 36,5 cm aus 1/3 Mauersteine (Dichte 1) und 2/3 Beton aufgestellt. Putzdicke soll 1,5 cm betragen.
- Für die Plattenbauten wird die Angabe aus Görg (Beton, 26 cm, 40kg/m³ Stahl, 2 cm Innenputz, 6 cm Wärmedämmputz außen) übernommen.

Bauelement: UG-Mauerwerk-55-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	1,5	1800	27
Mauerwerk	55		1052
- Ziegel / Steine	72 %	1800	757,5
- Mörtel	28 %	2200	294,5
Putz-innen	1,5	1400	21

Bauelement: UG-Mauerwerk-36-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	1,5	1800	27
Mauerwerk	36,5		732
- Mauersteine	27,2 %	1000	199
- Mörtel	6,8 %	2200	50
- Beton	66 %	2400	483
Putz-innen	1,5	1400	21

Bauelement: UG-Mauerwerk-PL-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen-PL	6	600	36
Beton	26	2400	1052
Ar.-Stahl			10,4
Putz-innen	2	1400	28

Bauelementgruppe: Außenwände-UG			
	Mauerwerk-UG-55-alt	Mauerwerk-UG-36-alt	Mauerwerk-UG-PL-alt
EF I/ MB	1	0	0
EF II/ MB	1	0	0
EF III/ MB	0	1	0
EF IV/ MB	0	1	0
EF V/MB	0	1	0
MF I/ MB	1	0	0
MF II/ MB	1	0	0
MF III/ MB	0	1	0
MF IV/ MB	0	1	0
MF V/MB	0	1	0
MF IV-V/SK	0	1	0
MF IV-V/PL	0	0	1

A-4.6.5 Außenwände-OG

Für die Außenwände in den oberen Geschossen ergibt sich ein weit differenzierteres Bild insbesondere für die älteren Gebäude. So verjüngen sich die Wände mit zunehmender Geschoßhöhe. Entsprechend der statischen Notwendigkeit werden im Erdgeschoß massive Wände und im obersten Geschoß Fachwerk eingesetzt.

Für den Bestand können daher nur durchschnittliche Werte für die Wandstärken und das eingesetzte Material angegeben werden.

1. Für die EFH bis 1948 wird ein Ziegelmauerwerk mit 24 cm Wandstärke und einem Ziegelanteil von 67 % Vollziegel (Dichte 1,8), 28 % Mörtel und 5 % Holz zur Berücksichtigung des Fachwerkanteils eingesetzt.
2. Für MFH bis 1948 wird ein reines Ziegelmauerwerk mit 36,5 cm Dicke und einem Ziegelanteil von 72 % und 28 % Mörtel verwendet.
3. Die EFH von 1948 bis 1968 sollen ein 30 cm starkes Mauerwerk aus verschiedenen Steinen besitzen. Das Material wird nicht weiter spezifiziert und mit einer Dichte von 1,2 berücksichtigt. In der verringerten Dichte gegenüber dem Vollziegel bzw. Kalksandstein soll sich der stärkere Einsatz von Kunststeinen (Leichtbetonsteine, Porenbeton etc.) und abnehmende Dichte der Hohllochziegel widerspiegeln.
4. EFH ab 1968 sollen mit derselben Wandstärke und ähnlichen Materialien wie die zugebauten Häuser, jedoch ohne deren Wärmedämmung bzw. ohne deren Wärmedämmeigenschaften errichtet worden sein.
5. MFH von 1949 bis 1968 verfügen nach der Aufstellung von Görg nur über geringe Wandstärken. Hier soll ein Durchschnittswert von 30 cm eingestellt und eine Mauerwerksdichte von 1,2 eingesetzt werden.
6. Für die MFH von 1969 bis 95 sollen gleich Wandstärken und Materialien wie in den zugebauten Häusern verwendet werden (ohne Dämmmaterialien).
7. Die Außenwand der Plattenwand werden aus der Arbeit von Görg direkt übernommen (26 cm Beton, 60kg/m³ Stahl, 6 cm Außenputz)

Die Außenwände sollen, außer Plattenbauten, mit jeweils 2 cm Putz (innen und außen) versehen werden.

Bauelement: OG-Mauerwerk-EFH-24-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	2	1800	36
Mauerwerk	24		447
- Vollziegel	67 %	1800	300
- Mörtel	28 %	2200	125
- Holz	5 %	800	22
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: OG-Mauerwerk-MFH-36-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	2	1800	36
Mauerwerk	36,5		698
- Vollziegel	72 %	1800	503
- Mörtel	28 %	2200	195
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: OG-Mauerwerk-30-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	2	1800	36
Mauerwerk	30		444
- Mauerstein	72 %	1200	320
- Mörtel	28 %	2200	124
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: OG-Mauerwerk-PL-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen-PL	6	600	36
Beton	26	2400	1052
Ar.-Stahl			10,4
Putz-innen	2	1400	28

Für die Mauerwerke der Gebäude ab 1968, OG-Mauerwerk-EFH-alt und OG-Mauerwerk-MFH-alt, ist zu beachten, daß in diesem Zeitabschnitt die Qualität des Mauerwerkes zugenommen hat. Hauptmaterialien sind dabei Kalksandstein (24 cm), Ziegel (0,7 kg/dm³, 36 cm), Porenbeton (Gasbeton mit 30 cm, Dicht ca. 0,5 kg/dm³) und Normal- und Leichtbetonsteine (Dichte ca. 0,7 kg/dm³). Es finden sich dabei eine starke regionale Verteilung des Mauerwerksmaterialies. Zusätzlich wird Ziegel und Gasbbeton bevorzugt im EFH-Bau, Kalksandstein im MFH-Bau eingesetzt. Für OG-Mauerwerk-EFH-alt wird daher eine Mauerwerksdicke von 30 cm mit einer Dichte von 0,7 kg/dm³ und für OG-Mauerwerk-MFH-alt eine Dicke von 25 cm mit einer Dichte von 1,4 kg/dm³ eingesetzt.

Bauelement: OG-Mauerwerk-EFH-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	2	1800	36
Mauerwerk	30		300
- Mauerstein-EFH	80 %	0,7	168
- Mörtel	20 %	2200	132
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: OG-Mauerwerk-MFH-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-außen	2	1800	36
Mauerwerk	25		390
- Mauerstein-MFH	80 %	1400	280
- Mörtel	20 %	2200	110
Putz-innen	2	1400	28

Bauelementgruppe: Außenwände-OG						
	OG-MW- EFH-24-alt	OG-MW- MFH-36-alt	OG-MW- 30-alt	OG-MW- EFH-alt	OG-MW- MFH-alt	OG-MW- PL-alt
EF I/ MB	1	0	0		0	0
EF II/ MB	1	0	0		0	0
EF III/ MB	0	0	1		0	0
EF IV/ MB	0	0	1		0	0
EF V/MB	0	0	0	1	0	0
MF I/ MB	0	1	0		0	0
MF II/ MB	0	1	0		0	0
MF III/ MB	0	0	1		0	0
MF IV/ MB	0	0	1		0	0
MF V/MB	0	0	0		1	0
MF IV-V/SK	0	0	0		1	0
MF IV-V/PL	0	0	0		0	1

A-4.6.6 Fenster- Sanierung Bestand

Für die wärmetechnische Sanierung des Bestandes (1995) wird im Referenz-Szenario der Ersatz der alten Fenster durch Standard-Fenster durchgeführt, wobei die Sanierung bis im Jahr 2020 ein Umfang von 50 % erreicht haben soll. Der Materialmix bleibt dabei gleich. Im Effizienz-Szenario werden hochgedämmte Fenster eingesetzt. Die Sanierung soll im Jahr 2020 100 % betragen, wobei Aluminium vollständig durch die beiden anderen Materialien ersetzt wird. Im SuB-Szenario werden dieselben Sanierungsziele wie im Effizienz-Szenario eingesetzt, allerdings sollen nur hochgedämmte Holzfenster eingesetzt werden.

Prozentuale Verteilung der Fenster im Jahr 2020 für die Sanierung Altbau / Ein- bis Zweifamilienhäuser.

	Referenz	Effizienz	SuB
Holz	34,2	-	-
Holz hochgedämmt	-	35,0	100,0
PVC	63,4	-	-
PVC hochgedämmt	-	65,0	-
Aluminium	2,3	-	-

Verteilung der Fenster im Jahr 2020 für die Sannierung Altbau / Mehrfamilienhäuser.

	Referenz	Effizienz	SuB
Holz	25,6	-	-
Holz hochgedämmt	-	26,5	100,0
PVC	70,9	-	-
PVC hochgedämmt	-	73,5	-
Aluminium	3,5	-	-

A-4.6.7 Innenwände

Innenwände können als tragende Innenwände oder nicht-tragende Innenwände ausgeführt werden. Dadurch wird für die Innenwände eine große Variation an Mauerwerk mit sehr unterschiedlichen Wandstärken eingesetzt. Nach der Aufstellung von Görg kann für die Häuser folgende bauliche Realisierung abgelesen werden:

1. Für EFH und MFH bis 1948 sind die tragenden Innenwände im Keller sehr massiv (51 cm), die nicht- tragenden Innenwände im Kellergeschoß weisen eine Wandstärke von ca. 12 cm auf. In den oberen Geschossen werden die tragenden Innenwände mit einer Wandstärke von 24 cm, die nicht- tragenden mit 11,5 oder 17 cm ausgeführt. Vorherrschendes Material ist Ziegel oder Holzfachwerk mit Ziegelausmauerung.

2. EFH und MFH von 1949 bis 1957 zeigen ähnliche Wandstärken. Es werden jedoch leichtere Mauersteine und für nicht- tragende Innenwände Heraklit-Platten verwendet.
3. In EFH und MFH von 1958 bis 1995 werden tragende Innenwände mit einer Wandstärke von 24 cm und nicht- tragende Innenwände mit einer Wandstärke von ca. 11,5 cm ausgeführt.

Die aufgetragene Putzstärke beträgt zwischen 1,5 und 2,5 cm, so daß im Mittel für alle Haustypen eine Stärke von 2 cm eingesetzt werden kann.

Bauelement: IW-TR-K-Mauerwerk-51-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-innen	2	1400	28
Mauerwerk	51		975
- Vollziegel	72 %	1800	661
- Mörtel	28 %	2200	314
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: IW-NTR-K-Mauerwerk-12-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-innen	2	1400	28
Mauerwerk	12		229
- Vollziegel	72 %	1800	155
- Mörtel	28 %	2200	74
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: IW-TR-OG-Mauerwerk-24-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-innen	2	1400	28
Mauerwerk	24		447
- Vollziegel	67 %	1800	289
- Mörtel	28 %	2200	148
- Holz	5 %	800	10
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: IW-NTR-OG-Mauerwerk-15-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-innen	2	1400	28
Mauerwerk	15		279
- Vollziegel	67 %	1800	181
- Mörtel	28 %	2200	92
- Holz	5 %	800	6
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: IW-TR-Mauerwerk-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-innen	2	1400	28
Mauerwerk	24		355
- Mauerstein	72 %	1200	207
- Mörtel	28 %	2200	148
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: IW-NTR-Mauerwerk-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Putz-innen	2	1400	28
Mauerwerk	12		178
- Mauerstein	72 %	1200	104
- Mörtel	28 %	2200	74
Putz-innen	2	1400	28

Als weitere Innenwände werden die aus dem Zubau bekannten hinzugezogen, um den Bestand zu beschreiben (Innenwände-TR-mix und Innenwände-NTR-mix). Der Anteil an nicht-tragenden und tragenden Innenwänden soll bei allen Gebäuden gleich sein. Der Kelleranteil soll bei EFH 33 % wegen der drei Geschosse³² und 20 % bei MFH wegen fünf geschossiger Bauweise betragen

³² Ein Keller und zwei Obergeschosse bzw. ein Keller und vier Obergeschosse (MFH).

Bauelementgruppe: Innenwände				
	IW-TR-K-MW-51-alt	IW-NTR-K-MW-12-alt	IW-TR-OG-MW-24-alt	IW-NTR-OG-MW-15-alt
EF I/ MB	0,16	0,17	0,33	0,34
EF II/ MB	0,16	0,17	0,33	0,34
MF I/ MB	0,1	0,1	0,4	0,4
MF II/ MB	0,1	0,1	0,4	0,4

Bauelementgruppe: Innenwände				
	IW-TR-MW-alt	IW-NTR-MW-alt	IW-TR-mix	IW-NTR-mix
EF III/ MB	0,5	0,5	0	0
EF IV/ MB	0	0	0,5	0,5
EF V/MB	0	0	0,5	0,5
MF III/ MB	0,5	0,5	0	0
MF IV/ MB	0	0	0,5	0,5
MF V/MB	0	0	0,5	0,5
MF IV-V/SK	0	0	0,5	0,5
MF IV-V/PL	0	0	0,5	0,5

A-4.6.8 Innentüren

wie Zubau

A-4.6.9 Decken

Aus der Arbeit von Görg (Görg 1997) ergeben sich für Decken drei grundsätzliche Konstruktionsprinzipien. Die Holzbalkendecke mit Sand, Lehm oder Schlacke Auflage ist in den älteren Haustypen bis 1957 (EFH) bzw. 1948 (MFH) vertreten. Die Kellerdecke wird in dieser Zeit häufig aus Stahlträgern, deren Zwischenräume mit unbewehrten Beton ausgefüllt werden, aufgebaut. Von 1958 (EFH) bzw. 1949 (MFH) an, zeigt die Aufstellung von Görg nur noch den Einsatz von Stahlbetondecken an, ab 1958 mit Dämmmaterial zur Trittschalldämmung.

Die untere Verkleidung der Decken besteht aus Gipskartonplatten (1,5 cm) oder einfachen Putz (1,5 cm). Als Auflage für alle Deckentypen wird Estrich (durchschnittlich 3,5 cm) angegeben, wobei dem Element „Holzbalkendecke-alt“ neben Estrich 50 % Holzdielen zugeordnet werden.

Bauelement: Holzbalkendecke-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Holzdielen (-bretter)	1,4 / 50 %	500	3,5
Estrich	3,5 / 50%	2000	35
Holz	-	800	85
Sand/Lehm /Schlacke	10	1600	160
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: Kellerdecke-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Estrich	3,5 / 100 %	2000	70
Beton B20	15	2400	360
Arm.-Stahl			90
Putz-innen	2	1400	28

Bauelement: Betondecke-alt			
Material	Dicke (cm) / Anteil	Dichte (kg/m ³)	Menge (kg/m ²)
Estrich	3,5 / 100 %	2000	70
Beton B25	18	2400	432
Arm.-Stahl			12
TSD	5	150	7,5
Putz-innen	2	1400	28

Bauelementgruppe: Decken			
	Holzbalkendecke-alt	Kellerdecke-alt	Betondecke-alt
EF I/ MB	1	0	0
EF II/ MB	0,67	0,33	0
EF III/ MB	0,67	0,33	0
EF IV/ MB	0,2	0	0,8
EF V/MB	0,2	0	0,8
MF I/ MB	0,8	0,2	0

MF II/ MB	0,8	0,2	0
MF III/ MB	0	0	1
MF IV/ MB	0	0	1
MF V/MB	0	0	1
MF IV-V/SK	0	0	1
MF IV-V/PL	0	0	1

A-4.6.10 Dach-HG

Zu den Dächern finden sich nur Angaben zur Dachkonstruktion des Hauptgebäudes. Außer für Plattenbauten (Flachdach) und dem Haus MF II/ MB (Pulldach) finden sich nur Angaben zu Holzkonstruktionen (Steildächer). Bei den Steildächern wird das Pfettendach als Konstruktionsmerkmal angegeben. Für die Häuser im Bestand sollen folgende Bauelemente gelten, wobei aus der Sanierungsrate für Dachauflage das heutige Materialmix³³ herangezogen wird:

1. Für EFH und MFH bis 1957 sollen ausschließlich Steildächer eingesetzt werden. Die Zusammensetzung der Dachauflage wird aus dem Zubau abgeleitet, wobei Dämmmaterialien nicht berücksichtigt werden (siehe Bauelement „Dächer-HG-Steildach-alt“).
2. Für EFH und MFH ab 1958 wird ein Bauelementemix für den Bestand an Steildächer und Flachdächer abgeschätzt. Für das Steildach wird das Bauelement „Dächer-HG-Steildach-alt“ angewendet, für das Flachdach das Bauelement „Dächer-HG-Flachdach-alt“, wiederum ohne Berücksichtigung der Dämmmaterialmengen.

Gebäudetyp	Anteil Steildach (%)	Anteil Flachdach (%)
ABL-EFH-V (1969-1995)	90	10
ABL-KMH-V (1969-1995)	50	50
ABL-GMH-IV (1958-1978)	0	100
ABL-HH (1958-1978)	0	100
NBL-EFH-IV (1958-1978)	90	10
NBL-GMH-II (1965-1990)	0	100
NBL-HH (1965-1985)	0	100

³³ Zur Zusammensetzung der Dachdeckungsmaterial-Mixe Dachdeckung-MFH-alt und Dachdeckung-EFH-alt vgl. Kap. Sanierung Dachbedeckung

Bauelement: B-Dächer-Steildach-MFH-alt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-MFH-alt	-	46,113
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2

Bauelement: B-Dächer-Steildach-EFH-alt		
Baustoff	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Titanzinkblech	-	1,1
Dachdeckung-EFH-alt	-	48,015
Holz-Kantholz	3 / 10%	1,8
PE-Folie (Windbremse)	0,2	0,2
Holz-Kantholz	16 / 20%	19,2

Bauelement: B-Dächer -Flachdach-alt		
Material	Dicke (cm) / Anteil	Menge (kg/m ²)
Kies	3	54
Bitumen-Dichtungsbahn	-	8,8
Bitumen-Heißanstrich	-	5,3
Beton B25	20	480
Arm.-Stahl		16

A-4.6.11 Nachträgliche Wärmedämmung

Für die nachträgliche Sanierung der Bestandshäuser (im Modell mit B- gekennzeichnet) wurde im wesentlichen auf die ausführlichen Arbeiten des Institutes für Wohnen und Umwelt zurückgegriffen. In (IWU 1996) werden für die im wesentlichen nachzudämmenden Bauelemente (Sanierung Fenster vgl. entsprechendes Kapitel) Steildach, Flachdach, Außendämmung Obergeschoß und Kellerdecke Daten zu den notwendigen Dämmstoffdicken geliefert. Für das Referenzszenario werden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Dämmstoffstärken eingesetzt, die gekoppelt sind mit der wärmetechnischen Sanierung der Bestandshäuser im Referenzszenario. Sie entsprechen nach IWU einer wärmetechnischen Sanierung ohne besondere Anreize durch höhere Energiepreise etc.. Die Sanierungsrate mit diesen Dämmstoffstärken beträgt ab 2000 1%/a des Bestandes 1995.

Referenzszenario

Maßnahme	Dämmstoffstärke in m	Bemerkung
Steildachdämmung	0,147	IWU, Referenzpreisentw. Optimal
Flachdachdämmung	0,147	IWU, Referenzpreisentw. Optimal
Außendämmung Obergeschoß	0,088	IWU, Referenzpreisentw. Optimal
Kellerdeckendämmung	0,039	IWU, Referenzpreisentw. Optimal

Mittlerer Energiepreis von 6 Pf/kWh

Im Effizienz- und Subszenario hingegen werden Dämmstoffstärken für die Nachdämmung eingesetzt, die der forcierten wärmetechnischen Sanierung dieser Szenarien entspricht. Die Sanierungsrate liegt in diesen beiden Szenarien ab 2000 bei 2,5%/a. In allen Szenarien werden komplette Nachdämmungen der Bauelemente pro Haustyp vorgenommen. Für die Nachdämmung der Kellerdecken wird die Fläche des Gebädefundamentes der einzelnen Haustypen als Basis angesetzt.

Effizienzscenario

Maßnahme	Dämmstoffstärke in m	Bemerkung
Steildachdämmung	0,279	IWU, Hochpreisentw. max
Flachdachdämmung	0,2	IWU, Hochpreisentw. max
Außendämmung Obergeschoß	0,159	IWU, Hochpreisentw. max
Kellerdeckendämmung	0,083	IWU, Hochpreisentw. max

Mittlerer zukünftiger Endenergiepreis von 13 Pf/kWh

Für jedes Bauelement wurde eigener Mix aus Dämmmaterialien ermittelt, der im Kapitel Baustoffe näher beschrieben wird.

A-4.6.12 Sanierung Dachbedeckung

Die Dachdeckung bei der Sanierung des Bestandes erfolgt wie im Zubau meist mit Betondachsteinen oder Dachziegeln (Tonziegel und Biberschwänze), die in einem Mix (vgl. Kap. Baustoffe) zusammengefaßt sind³⁴. Hier konnte aus Recherchen eine charakteristische Differenzierung zwischen E/Z-Familienhäusern und Mehrfamilienhäusern für die Sanierung des Bestandes erarbeitet werden (Braas 1997) und eigene Berechnungen³⁵.

Bedeckungsmaterial	E/Z-FH-alt (Flächenanteil in %)	MFH-alt (Flächenanteil in %)
Tonziegel-Biber	10	4
Tonziegel-Standard	45	15
Betondachstein	45	81

Die stoffliche Zusammensetzung der Dachbedeckungs-Mixer (Zubau wie Bestand) ist im Kapitel Baustoffe beschrieben.

³⁴ Andere Bedeckungsmaterialien für Steildächer wie Schiefer, Kunststoff etc. haben zusammen nur einen flächenbezogenen Anteil von ca. 5% und werden im Stoffstrommodell daher vernachlässigt.

³⁵ Zur Bildung der Dachbedeckungs-Mixer wurde ein iterativer Abgleich der Rechercheinformationen mit der Produktionsstatistik vorgenommen.

A-4.7 Instandhaltung

Unter Instandhaltung wird die Ausbesserung, Teilerneuerung, für Bauelemente auch Totalerneuerung verstanden, soweit diese Tätigkeiten nicht durch Abriß, Abgang oder Austausch von Bauelementen gegeneinander erfaßt werden. Im Modell ist dabei nur ein Zeitraum vorgesehen (Berechnung siehe Kap. Modellierung). Da die Bauelemente unterschiedliche Materialien mit unterschiedlicher Instandhaltungsintervallen / Lebensdauer umfassen, bietet sich folgende Vorgehensweise an:

1. Die Lebensdauer bzw. das Instandhaltungsintervall jedes Bauelements wird durch die Lebensdauer bzw. Instandhaltung des Materials oder Materialgruppe bestimmt, die die geringste Lebensdauer bzw. Instandhaltungsintervalle aufweist.
2. Die Instandhaltung aller anderen Materialien des Bauelementes wird auf die angesetzte Lebensdauer / Instandhaltungsintervall des Bauelementes bezogen.
3. Die Totalsanierung der tragenden Bauelemente (Gründung, Fundament, Außenwände, Decken) werden nicht betrachtet. Über diese Tätigkeiten liegen keine Angaben vor. Sollte es notwendig sein, die tragenden Bauelemente total zu sanieren, werden nach bisherigem Kenntnisstand die Gebäude abgerissen. Als Einzelaspekt kann die besondere Totalsanierung von sehr alten Gebäuden (z.B. Fachwerk) nicht betrachtet werden.
4. Ein Instandhaltungsintervall muß bei allen Bauelementen angegeben werden. Aus pragmatischen Gründen wird die Zeitdauer auf 100 Jahre beschränkt.

Eine Übersicht über die veranschlagte Lebensdauer der Baustoffe ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Die Lebensdauer darf dabei nicht als Lebensdauer in technischer Sicht verstanden werden. Sie ist abhängig von der Konstruktion und dem Konstruktionsverbund und deren Instandhaltungszyklen bzw. auch Sanierungszyklen aufgrund von Änderungen des Lebensstils. Die Lebensdauer der tragenden Teile eines Gebäudes und deren Abriß wird hier nicht berücksichtigt.

Baustoff/ Baustoffklassen	Lebensdauer / Instandhaltungsraten (a)	Bemerkung
Außenputze	30	
Innenputze	500	
Mauerwerk-Kellerwand	900	Ersatz von Altmaterialien durch Kalksandstein (beim Bestand)
Mauerwerk-Außenwand-OG	900	Ersatz von Altmaterialien durch Kalksandstein
Mauerwerk-Innenwand	1000	zusätzlich 2000a für Entkernung im Bestand, Ersatz durch Porenbeton
Dämmstoffe	30	

Beton/Steine (Gründung)	10000	
Beton (Decke/Fundament)	1000/500	
Dachdeckung	30	Dachstein, Ziegel, Bitumenbahn
Holz-Wand-Außenteile	30	
Holz-Wand-Innenteile	50	
Holz - tragend	150	
Holz-Dachstuhl	100	
Fenster	30	
Türen	30	
Estriche	50	
Dach-NG-EFH	50	

Die in der obigen Tabelle angegebenen Instandhaltungsraten werden je nach Bauelement weitergehend modifiziert.

Gründung

Sanierungen und Instandhaltungen an Streifen- oder Pfahlfundamenten sind sehr selten. Es wird daher eine Zeitdauer von 100 Jahren und für Ausbesserungen ein Instandhaltungsbedarf von 1 %/100a geschätzt.

Fundament

Der Estrich auf der Bodenplatte ist der am meisten beanspruchte Teil des Fundamentes. Es wird mit einer Zeitdauer von 50 a für die Erneuerung angesetzt. Dabei wird 20% des alten Estrich zu Bauschutt. Zusammen mit dem Estrich (Verstärkung der Estrichschicht: daher doppelte Estrichmenge als abgegangener Estrich) wird die Dämmung erneuert. In Bestands-Fundamenten wird die Estrichauflage mit Dämmung versehen und entsprechend dem Zubau-Standard aufgebaut.

An der eigentlichen Bodenplatte werden nur notwendige Ausbesserungsarbeiten (z.B. aufgrund von Feuchte) durchgeführt. Diese Arbeiten werden mit 10 %/50a abgeschätzt.

Außenwand-UG

Die Putze und Wärmedämmung der Außenwand soll eine Lebensdauer von 30 a aufweisen. Innenputze werden mit 50 veranschlagt (d.h. 6 %/30a). Für die eigentliche Wand wird wie beim Fundament eine Ausbesserungsrate festgelegt, die 3,33 %/30a betragen soll. Alte Baumaterialien im Bestand, z.B. Vollziegel oder Bruchsteine werden durch Kalksandsteine ersetzt.

Außenwand-OG

Wie die Kelleraußenwand soll bei der Außenwand-OG der Außenputz und die Wärmedämmung eine Lebenszeit von 30 a aufweisen. Innenputze werden mit 6 %/30a eingestellt. Für die Mauersteine und Mörtel wird eine Ausbesserungsrate von 3,33 %/30a festgelegt. Für den Zubau werden dieselben Steine und für den Bestand Kalksandstein als Ausbesserungsmaterial eingesetzt.

Holzbauelemente können durch äußere Einflüsse eine erheblich kürzere Lebensdauer aufweisen. Nach Frühwald können für Fichte 80 a und für Kiefer 200 a angesetzt werden. Für Wohngebäude in den USA wird eine Lebensdauer von durchschnittlich 65 Jahren berichtet. Als technische Lebensdauer bei entsprechender Konstruktion und Wartung werden mehr als 100 Jahre angegeben. Für die Außenteile der Holzaußenwand (Weichfaserplatte, Glaswolle, Lattung und Bretter) wird eine Lebensdauer von 30 Jahren, für die Innenabdeckung von 50 Jahren (=60 %/30a) und für den Innenteil eine Lebensdauer von 150 Jahren (=20 %/30a) geschätzt.

Fenster

Die Lebenszeit der Fenster soll 30 a betragen, in der das gesamte Fenster ausgetauscht wird.

Innenwand

einer Lebensdauer von 40 bis 50 Jahren angegeben (Steiger 1994). Diese Angaben beziehen sich nach Recherchen des Öko-Instituts bei Architekten und beim BDM³⁶ nur auf gewerbliche Bauten. Die kurze Lebensdauer resultiert durch häufige Umsetzung von Innenwänden und erreicht mit 40 Jahren nahezu das Lebensalter von Gewerbebauten allgemein. Im Wohnungsbau sind großflächige Sanierungen des Innenputzes sehr selten. Da Innenputz kaum Belastungen ausgesetzt wird, besteht kein Instandhaltungsbedarf. Der Einsatz von Innenputz zur Sanierung ist die Folge von Mauerversetzung und Neuinstallationen (Elektro, Sanitär).

Die Lebensdauer der Innenwände wird formal auf 50 Jahren festgelegt. Das Mauerwerk wird mit einer Rate von 5 %/50a, der Innenputz mit einer Rate von 10%/50a instandgehalten, wobei der Bedarf des Putzes zur Mauerwerkssanierung enthalten ist.

Vergrößerungen der Wohnungen durch Durchbrüche und Abbau von Wänden soll für den **Bestand** erfaßt werden. Es wird abgeschätzt, daß mit einer Rate von 2,5 %/50a Innenwände entfernt und nicht ersetzt werden. Im Bestand sollen die alten Bestandsmauerwerke durch Porenbeton ersetzt werden. Für die Durchbrüche müssen zusätzlich Stahlträger (10kg/m²*2,5%) eingezogen werden.

Die Innenwände aus Holzelementen sollen eine Lebensdauer von 50 Jahren für die Innenwandbedeckung und Isolierung aufweisen. Die Kernmaterialien sollen eine Lebensdauer von 150 Jahren (=33 %/50a) aufweisen.

³⁶ Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie e.V.; persönliche Mitteilung Herr Pahl vom 24.09.1997.

Innentür

Die Lebenszeit der Innentüren soll 30 a betragen. Die Innentür wird inclusive Beschläge ausgetauscht.

Decke

Die Lebensdauer der Estriche und der Dämmung soll wie beim Fundament 50 a betragen (dabei wird die Hälfte des ursprünglichen Estrichmaterials ersetzt), der Innenputz wird auf 10%/50a veranschlagt. Die Ausbesserungsraten an den tragenden Deckenteilen wird auf 5 %/50a eingestellt.

Bei den Holzbalkendecken soll der Innenputz mit einer Rate von 10%/50 a durch Gipskartonplatten substituiert werden, da die aufwendige Konstruktion von Matten oder Eisengitter unter dem Innenputz kaum noch durchgeführt wird. Die Holzdielen werden im Schnitt nach 200 a ersetzt.

Bei den B-Betondecken-alt wird der alte Estrich durch eine Trittschalldämmung und höhere Estrichauflage entsprechend dem heutigen Standard ergänzt.

Dach-HG

Die gleich Lebensdauer soll auch für die Wärmedämmung und die Lattung gelten. Der gesamte Dachstuhl weist nach einer Aufstellung von Frühwald (Frühwald 1996) eine Lebenszeit von 80 und mehr Jahren auf, wobei hier eine Teilsanierung nicht eingeschlossen wurde. Es wird daher eine Erneuerungsrate von 30 %/30a für die tragenden Teile des Dachstuhles unterstellt.

Im Bestand soll bei Instandhaltung, entsprechend dem Aufbau der Zubau-Elemente eine Innendeckung aus Gipskartonplatten angebracht werden.

Die Dachbedeckung von Flachdächern im Bestand muß im Abstand von 30 Jahren erneuert werden. Neben der Dichtungsbahn muß der Bitumen insgesamt ausgetauscht werden. Der tragende Unterbau soll eine Lebensdauer von 100 Jahren haben und damit eine Instandhaltungsrate von 30 %/30a aufweisen.

Dach-NG

Die Flachdächer von Nebengebäuden für MFH sind vergleichbar den Flachdächern von Bestandsbauten aufgebaut und sollen denselben Instandhaltungsraten unterliegen. Die „Dächer-NG-EFH“ sollen eine Lebensdauer von 50 a für alle Baustoffe aufweisen.

Zusatzdämmung

Für alle zusätzlichen Dämmmaßnahmen im Bestand wird eine Lebensdauer von 30 Jahren angenommen.

A-4.8 Baustoffe

A-4.8.1 Fenster

Die Materialliste der Fenster ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Dabei sind die Materialien weiter aggregiert worden. Die Aggregation faßt ähnliche Materialien, die nur geringe Unterschiede in ihrer Verarbeitungstiefe wie Materialien, die nur im geringen Umfang eingesetzt werden aber ähnlichen Zwecken dienen zusammen. Aluminium umfaßt dabei sowohl die eigentlichen Profile als auch Aluminiumbleche und weitere Kleinteile. Unter Metalle (Stahl) sind Bleche und Bänder aus Stahl, Schrauben sowie weitere Kleinteile aus Metall (Messing, Zinkblech) zusammengefaßt. Unter der Rubrik Kunststoffe fallen Dämmstoffe (Aluminium) und Kleinteile. Als Dichtungsmaterial wird EPDM und Silikon verwendet. Zu den einzelnen Materialien sind jeweils noch Verschnitte und Restanfall der Materialien sowie der Energiebedarf der Herstellung angegeben.

Materialeinsatz für Fensterrahmen aus Holz, PVC und Aluminium, normiert auf 1 m² Fensterfläche nach EMPA 1995.

	Holz		PVC		Aluminium	
	Fenster	Verschnitt	Fenster	Verschnitt	Fenster	Verschnitt
Holz-Kanteln	9,19	7,99				
Alu	0,58	0,02	0,20		13,30	0,55
PVC			11,92	0,92		
Metall (Stahl)	0,81	0,04	7,64	0,05	1,31	
Kunststoffe	0,06		0,06		2,55	
Dichtung	0,57	0,06	0,57	0,03	1,32	
Wärme(MJ)	63,40		0,75		60,61	
Strom (MJ)	84,62		17,44		20,56	

Die Materialien werden entsprechend dem Aggregationsgrad in der Tabelle vom Fensterassemblierer bezogen. Dabei werden Kunststoffe der Prozeßkette PE und Dichtungsmaterial dem Prozeß Öl-Produkte³⁷ zugeordnet. Die notwendige Prozeßenergie, die der Fensterassemblierer benötigt, ist in der Tabelle vermerkt.

³⁷ Eine eigenständige Prozeßkette Dichtungsmaterial zu installieren ist aufgrund der geringen Relevanz der Materialien nicht vertretbar.

A-4.8.2 Beton, Mörtel, Putz und Estrich

Beton

Beton wird entsprechend seiner Festigkeitsklasse charakterisiert. Für den normalen Einsatz im Hausbau wird Beton der Festigkeitsklasse B5 bis B25 eingesetzt, wobei nur Beton mit einer Festigkeitsklasse größer B15 für bewehrten Beton eingesetzt werden kann. Für die jeweilige Festigkeitsklasse ergibt sich keine unmittelbare Zusammensetzung des Betons, die Festigkeitsklasse für Beton kann über Eignungsprüfung für individuelle Zusammensetzung bestimmt werden.

Bei dem Einsatz von „Rezeptbeton“ kann auf eine Eignungsprüfung verzichtet werden, wenn Mindestgehalte an Zement für entsprechende Siebschnitte der Kiessorten eingesetzt werden. Der Zementgehalt ist zusätzlich noch abhängig von der Konsistenz des Frischbetons. Man unterscheidet zwischen steif (KS), plastisch (KP), weich (KR) und fließfähig (KF). Dabei wird von KS zu KF zunehmend ein höherer Anteil Zement notwendig, um die gleiche Festigkeitsklasse zu erzielen. Für den im Hausbau am häufigsten eingesetzten Ortbeton³⁸ wird die Konsistenz KR oder KF bevorzugt, da sie pumpbar sind und die notwendige Verdichtung durch einfache Rüttler bewerkstelligt werden kann.

Aus den Daten zum „Rezeptbeton“ werden Mittelwerte (Konsistenz KR, mittlere Kiesqualität) gebildet. Eine weitere Aufspaltung erscheint zur Zeit nicht möglich, da eignungsüberprüfter Beton eine individuelle Zusammensetzung aufweist.

„Rezeptbeton“ nach Wendehorst (Wendehorst 1996), Konsistenz KR sowie mittlerer Kiesqualität (Zement Z 35)

	Zement	Sand / Kies	Wasser
	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
B5, KP	180	1975	115
B10	258	1850	139
B15	332	1783	142
B20	356	1762	143
B25, allgemein	379	1741	144

Aus den angegebenen Rezepturen ergeben sich Rohdichten des Frischbetons von 2250 bis 2270 kg/m³. Daraus lassen sich folgende Gewichtsanteile der einzelnen Fraktionen berechnen:

³⁸ Im Gegensatz zu nicht vor Ort eingebauten Beton in Fertigteilen

	Zement	Sand / Kies	Wasser
	kg/kg	kg/kg	kg/kg
B5, KP	0,079	0,870	0,051
B10	0,115	0,823	0,062
B15	0,147	0,790	0,063
B20	0,157	0,779	0,063
B25, allgemein	0,167	0,769	0,064

Für die Festigkeitsklassen von B15 bis B25 wächst der Zementanteil nur noch geringfügig. Fehler bei der Einstufung von bewehrten Beton ziehen demnach nur einen kleinen Fehler mit sich. Als Dichte für Beton wird 2400 kg/m^3 eingesetzt.

Mörtel

Mörtel sind Mischungen aus Bindemittel, Zuschlag bis 4 mm und Anmachwasser und dienen zum Mauern, zum Verputzen und zum Herstellen von Estrichen. Als Bindemittel wird Zement, Kalk (gebrannt oder hydraulisch), Gips oder eine Mischung daraus oder spezielle organische Bindemittel eingesetzt. Als Zuschläge können Sand, feinkörniger Kies oder andere mineralische (Kalkstein, Blähton, Flugasche etc.) oder organische Stoffe (Celluloseether) verwendet werden. Weiterhin werden zur Variation der Mörtel­eigenschaften Zusatzmittel eingesetzt.

Mauermörtel

Für Mauermörtel unterscheidet man Normalmörtel mit einer Dichte größer $1,5 \text{ kg/dm}^3$, Leichtmörtel mit einer Dichte kleiner als $1,5 \text{ kg/dm}^3$ und Dünnbettmörtel mit feinen Zuschlägen. Leichtmörtel werden durch Zuschläge von Blähton oder Styroporkügelchen hergestellt und können als Wärmedämmputz (Dichte $0,7$ bzw. 1 kg/dm^3) eingesetzt werden. Dünnbettmörtel werden mit einem hohen Anteil an Bindemittel (MG III s.u.) und feinem Sand hergestellt. Sie besitzen eine hohe Festigkeit. Ihr Vorteil liegt in der Verringerung der Fugendicke und deshalb niedrigeren Wärmedurchgang der gesamten Wandkonstruktion. Ein weiterer Vorteil ist die geringere Baufeuchte.

Die Mörtel werden in fünf Mörtelgruppen (MG I bis IIIa) eingeteilt. Die Festigkeit nimmt dabei zu höheren Mörtelgruppen zu. In der MG I wird als Bindemittel nur Kalke, in der MG II und IIa Kalke und Zement und in der MG III und IIIa nur Zement als Bindemittel eingesetzt.

Eine so tiefgehende Differenzierung ist im Modell nicht möglich, so dass eine Beschränkung auf folgende Putze notwendig ist.

Als Standardmörtel soll Zementmauermörtel eingesetzt werden. Für Außenwände aus Porenbeton, Ziegel, Leichtbeton und Kalksandstein soll Dünnbettmörtel eingesetzt werden.

Baustoff: Zementmauermörtel, MG III: Werk trockenmörtel		
Material	Anteil (Gew.-%)	Dichte (kg/m ³)
Mörtel	-	2200
Sand / Zuschläge	80	1800
Zement	20	3000

Baustoff: Dünnbettmörtel		
Material	Anteil (%)	Dichte (kg/m ³)
		2200
Sand / Zuschläge	64,5	1800
Zement	35	3000
Celluloseether	0,5	

Putze

Die Putze sind je nach ihrer Zusammensetzung in fünf Hauptgruppen eingeteilt. Die Putzgruppe MG P I besteht aus Luftkalkmörtel, Wasserkalkmörtel und Mörtel mit hydraulischem Kalk. Für die MG P II werden Mörtel mit Kalk und Putzbinder oder Zement eingesetzt. Zementmörtel ist als MG P III mit der höchsten Festigkeit klassifiziert. Die Mörtelgruppe MG P IV und MG P V sind Mörtel aus Gips, Gipsanhydrit und Kalk. Zusätzlich sind noch Kunstharzputze gebräuchlich (MG P org)

Wie bei den Mörteln ist auch bei den Putzen eine umfassende Darstellung nicht möglich. Als Standardaußenputz soll daher der Zementmaschinenputz eingesetzt werden, soweit die Konstruktion des Bauelementes nicht den Einsatz von Wärmedämmputz (Ziegel) oder Kunstharzputz (Wärmedämmsysteme) vorschreibt. Für den Innenputz wird der Kalkmaschinenputz angewendet.

Baustoff: Zementmaschinenputz, MG P 3		
Material	Anteil (%)	Dichte (kg/m ³)
		2200
Sand / Zuschläge	81,6	1800
Zement	18	3000
Org. Zusätze	0,4	

Baustoff: Kalkmaschinenputz, MG P 3		
Material	Anteil (%)	Dichte (kg/m ³)
		2000
Sand / Zuschläge	85	1800
Zement	10	3000
Kalkhydrat	5	

Baustoff: Wärmedämmputz, außen		
Material	Anteil (%)	Dichte (kg/m ³)
		600, geschätzt
Blähperlit	83	200
Zement	17	3000

Baustoff: Kunstharzputz, innen und außen		
Material	Anteil (%)	Dichte (kg/m ³)
		2000, geschätzt
Sand / Zuschläge	69	1800
Bindemittel: Acrylate Polymere	15	
Rest	6	
Wasser	10	1000

Estrich

Nach Wendehorst hat Zementestrich einen Marktanteil von ca. 80 %. Neben Zementestrich werden noch Anhydritestrich und Magnesiaestrich eingesetzt. Als einziger Estrich soll aus Gründen der Datenverfügbarkeit Zementestrich als einzige Estrichart angewendet werden. Estrich ist ein Gemisch aus Zement, feinem Kies und Sand sowie Wasser. Je nach verlangter Festigkeit und Korngröße des Zuschlags liegt der Zementgehalt bei 340 bis 450 kg/m³, für schwimmenden Estrich bei weniger als 400 kg/m³.

Baustoff: Zementestrich		
Material	Anteil (%)	Dichte (kg/m ³)
		2200
Sand / Zuschläge	81,6	1800
Zement	18	3000
Org. Zusätze	0,4	

A-4.8.3 Dämmstoffe

Dezidierte Marktanalysen zu der Verteilung der einzelnen Dämmstoffe in den Marktsegmenten liegen bei den Fachverbänden z.T. vor, konnten aber im Projektzeitraum nicht verfügbar gemacht werden, da es sich um sehr sensible Daten handelt. Dennoch konnte mit Hilfe der GDI-Top-down Statistik des bundesdeutschen Dämmstoffmarktes (GDI 1996) und der persönlichen Mitteilung durch einen Fachverband (FMI 1997) eine befriedigende Abschätzung der Einsatzverteilung der Dämmstoffe und ihrer in den jeweiligen Einsatzgebieten typischen Dichten erzielt werden. Die Daten sind in den folgenden Tabellen aufgeführt. Aus der flächenmäßigen Verteilung der Dämmstoffe in den einzelnen Segmenten und den spezifischen Dichten konnten die einzelnen Dämmstoffmische für das Stoffstrommodell aufgestellt werden. Dabei wurden Dämmstoffe wie Schafwolle etc., die bundesweit marginale Marktanteile aufweisen, vernachlässigt³⁹.

Dämmstoffmix Bestand [m³]

Maßnahme	Glaswolle in %	Steinwolle in %	EPS in %	XPS in %	Schaumglas in %
Steildachdämmung	84	11	5	-	-
Flachdachdämmung	20	-	60	20	-
Außendämmung OG	-	9	91	-	-
Kellerdeckendämmung	-	-	90	10	-

Nach (FMI 1997) für Steildach : Glaswolle klar Nr. 1 (ca. 80%) , Steinwolle ca. 10% + Rest

Nach (FMI 1997) für Flachdach: viel EPS bei Wohngebäuden, + XPS, PUR, Glaswolle

Nach (FMI 1997) für Außendämmung OG: 80- 85 % EPS, 5 - 10% Steinwolle, + Rest

Nach FMI für Kellerdecke: vor allem EPS, aber auch XPS, PUR

³⁹ Zu PUR-Hartschaumdämmstoffen die nach (GDI 1996) mit großem Abstand nach Steinwolle, Glaswolle und EPS-Hartschaum den vierten Platz einnehmen, konnten keine befriedigenden Marktanteile sowie Prozeßkennziffern zur Produktion ermittelt werden. Dieser Dämmstoff wurde daher im Stoffstrommodell vernachlässigt. Die im Modell berücksichtigten Dämmstoffarten machen jedoch > 95% des bundesdeutschen Dämmstoffmarktes (Volumenprozent) aus.

Dämmstoffmix Zubau [m³]

Maßnahme	Glaswolle in %	Steinwolle in %	EPS in %	XPS in %	Schaumglas in %
Steildachdämmung	84	11	5	-	-
Außendämmung OG	-	9	91	-	-
Außendämmung UG	-	-	5	80	15

Nach (FMI 1997) für Steildach : Glaswolle klar Nr. 1 (ca. 80%) , Steinwolle ca. 10% + Rest

Nach (FMI 1997) für Außendämmung OG: 80- 85 % EPS, 5 - 10% Steinwolle, + Rest

Nach (FMI 1997) für Außendämmung UG: vor allem XPS (ca. 80%), aber auch Schaumglas (eigene Schätzung 15%) + neuerdings EPS (eigene Schätzung 5%)

Dämmstoffdichten

Maßnahmen	Glaswolle in kg/m ³	Steinwolle in kg/m ³	EPS in kg/m ³	XPS in kg/m ³	Schaumglas in kg/m ³
Steildachdämmung	20	30	30	-	-
Flachdachdämmung	18	-	30	34	-
Außendämmung OG	-	90	20	-	-
Außendämmung UG	-	-	30	32	120
Kellerdeckendämmung	-	-	20	20	-

Daten Steildach: Glas- und Steinwolle (FMI 1997), EPS (Steiger 1995)

Daten Flachdach: (Steiger 1995)

Daten Außendämmung OG: Steinwolle (FMI 1997), EPS (FMI 1997, Steiger 1995)

Daten Außendämmung UG: EPS (FMI 1997), XPS (FMI 1997, Steiger 1995), Schaumglas (Steiger 1995)

Daten Kellerdecke: EPS (Steiger 1995), XPS (eigene Schätzung)

bei Holzhäusern: Außendämmung OG nur mit Mineralwolle !

In der folgenden Tabelle kann die stoffliche Verteilung (in kg) der einzelnen Dämmstoffmixe bei verschiedenen Dämmstoffstärken abgelesen werden. Diese Daten sind den verschiedensten Bauelementen im Zubau und zur Nachdämmung des Bestandes zugeordnet.

Dämmstoffmix AW-OG				
Dicke in m	EPS in kg	Steinwolle in kg	Summe in kg	
0,040	0,73	0,32	1,05	
0,080	1,46	0,65	2,10	
0,088	1,60	0,71	2,31	
0,150	2,73	1,22	3,95	
0,159	2,89	1,29	4,18	
0,165	3,00	1,34	4,34	
0,275	5,01	2,23	7,23	
Verhältnis	0,69	0,31	1,00	

Dämmstoffmix AW-UG				
Dicke in m	EPS in kg	XPS in kg	Schaumglas in kg	Summe in kg
0,12	0,180	3,072	2,160	5,412
Verhältnis	0,033	0,568	0,399	1,0
Dämmstoffmix Steildach (Nachdämmung Bestand)				
Dicke in m	EPS in kg	Steinwolle in kg	Glaswolle in kg	Summe in kg
0,147	0,221	0,485	2,470	3,175
0,279	0,419	0,921	4,687	6,026
Verhältnis	0,070	0,153	0,778	1,0
Dämmstoffmix Steildach (Zubau)				
Dicke in m	EPS in kg	Steinwolle in kg	Glaswolle in kg	Summe in kg
0,16 *80%	0,192	0,422	2,150	2,8
0,06*93%	0,084	0,184	0,937	1,2
Verhältnis	0,069	0,153	0,778	1,0
Dämmstoffmix Flachdach				
Dicke in m	EPS in kg	XPS in kg	Glaswolle in kg	Summe in kg
0,147	2,65	1,00	0,53	4,17
0,2	3,60	1,36	0,72	5,68
Verhältnis	0,634	0,239	0,127	1,00
Dämmstoffmix Kellerdecke				
Dicke in m	EPS in kg	XPS in kg	Summe in kg	
0,039	0,702	0,078	0,78	
0,083	1,494	0,166	1,66	
Verhältnis	0,90	0,10	1,00	

A-4.8.4 Dachbedeckungsmaterialien Steildach

Die Bedeckungsmaterialien unterscheiden sich sowohl im Stückgewicht als auch in der notwendigen Stückzahl pro m² Steildachfläche. Die Recherche (Braas 1997) ergab, daß jeweils für 1 m² Dachbedeckung von den Biber-Tonziegeln 34 Stück, von den Tonziegel-Standard 13 Stück und von den Betondachsteinen 10 Stück benötigt werden. Die Biber-Tonziegel wiegen 1,8kg/Stück, die Standard-Tonziegel 3,7 kg/Stück und die Betondachsteine 4,5 kg/Stück. Daraus ergeben sich Stoffeinsätze pro m²-Dachfläche von 61,2 kg, 48,1 bzw. 45 kg. Durch die unterschiedliche prozentuale Verteilung der Materialien in den einzelnen Segmenten ergeben sich die Mixe EFH-Zubau, MFH-Zubau, EFH-Sanierung und MFH-Sanierung, die sich sowohl im Gesamtgewicht als auch in der stofflichen Zusammensetzung unterscheiden.

		Anteile der Dachdeckung diff. nach Gebäuden, bezogen auf m2 Anteil und Anteile in Gew%			
	kg/m2	EFH-Zubau	MFH-Zubau	EFH-Sanierung	MFH-Sanierung
Biber	61,2	0,04	0,00	0,10	0,04
Tonziegel-standard	48,1	0,35	0,10	0,45	0,15
Dachsteine	45	0,61	0,90	0,45	0,81
Summe		1,00	1,00	1,00	1,00
Dachdeckung		46,733	45,31	48,015	46,113
kg Dispatch/m2					
Biber	kg/m2	2,448	0	6,12	2,448
Tonziegel-standard	kg/m2	16,835	4,81	21,645	7,215
Dachsteine	kg/m2	27,45	40,5	20,25	36,45
Summe	kg/m2	46,733	45,31	48,015	46,113
Biber	Gew%	5,2	0,0	12,7	5,3
Tonziegel-standard	Gew%	36,0	10,6	45,1	15,6
Dachsteine	Gew%	58,7	89,4	42,2	79,0
Summe		100,0	100,0	100,0	100,0

A-4.9 Literatur zu Anhang 4

- BDM (Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie) 1996: Geschäftsbericht 95/96, Duisburg
- BDZ (Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.) 1997: Persönliche Mitteilung des BDZ, Bonn
- BKB 1996: Baukostenberatung „Gebäude-CD 2.0 - Basispaket + Erweiterungspaket 1: Wohnungsbau“ (Stand Sept. 1996) der Architektenkammer Baden-Württemberg, Stuttgart
- Braas 1997: Persönliche Mitteilung der Braas GmbH, Oberursel
- FMI (Fachvereinigung Mineralfaserindustrie e.V.) 1997: Persönliche Mitteilung der FMI, Frankfurt am Main
- Frühwald, A./Wegener, G. et al. 1995: Grundlagen für Ökopprofile und Ökobilanzen in der Forst- und Holzwirtschaft, Universität Hamburg
- GDI (Gesamtverband Dämmstoffindustrie) 1996: GDI-Baumarktstatistik 1990-1996, Pressemitteilung des GDI vom 17.03.1996.
- Görg, H. 1997: Dissertation, TH Darmstadt
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) 1994: Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten, im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern (ABL und NBL), W. Eicke-Hennig et al., Darmstadt
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) 1996: Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte, Darmstadt
- PB (Bundesverband Porenbetonindustrie e.V.) 1996: Das Porenbeton Handbuch, H. Weber, 2. überarbeitete Auflage, Bauverlag Wiesbaden/Berlin
- PB (Bundesverband Porenbetonindustrie e.V.) 1997a: Porenbeton - Technische Daten, Wiesbaden
- PB (Bundesverband Porenbetonindustrie e.V.) 1997b: Persönliche Mitteilung des PB, Wiesbaden
- PB (Bundesverband Porenbetonindustrie e.V.) 1997c: Warum Sie Mauerwerk aus Porenbeton gehörig unter Druck setzen können, Informationsblatt, Wiesbaden
- Schneider, K.-J 1996: Bautabellen für Architekten, 12. Auflage, Werner Verlag GmbH, Düsseldorf
- Such, M. 1997: Holzelemente im Wohnungsbau, Darmstadt
- VFF (Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V.) 1997: Persönliche Mitteilung des VFF, Frankfurt
- ZK 1996: Ziegellexikon, M. Noack, Ziegelforum e.V., München

Anhang 5: Beschreibung des Stoffstrom-Modells BASiS

A-5.1 Hard- und Softwarevoraussetzungen

Das Stoffstrom-Modell ist eine 32 Bit Applikation, die unter Windows⁴⁰ läuft. Als Version von Windows wird Windows 95 oder Windows NT Version 4.0 vorausgesetzt. Die Software setzt auf der Datenbank MS Access auf.

Bedingt durch die Datenbank empfiehlt sich der Einsatz eines Pentium-Rechners mit 32 MB Hauptspeicher.

A-5.2 Installation

Die Installation erfolgt in zwei Schritten. Zunächst muß der Nutzer die Access Datenbanksoftware installieren. Da dies auf den Rechnern des Auftraggebers zur Grundinstallation gehört, wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

Die Installation des Modells erfolgt durch Einlegen der ersten Diskette des Installationsdiskettensatzes⁴¹ und dem Aufruf von Setup.exe. Der Nutzer wird, wie von anderen Windows-Programmen gewohnt, durch verschiedene Anfragefenster geführt. Eine Änderung von Voreinstellungen sollte nur von erfahrenen Nutzern durchgeführt werden.

Neben dem Programm wird die Datenbankschnittstelle BDE⁴² installiert.

Das Stoffstrom-Programm läßt sich über eine Deinstallationsroutine wieder von der Festplatte löschen.

A-5.3 Programmablauf

Der typische Programmablauf stellt sich wie folgt dar:

- Laden der Datenbank,
- Ändern der Datenbank,
- Berechnung von Ergebnissen,
- Analyse von Ergebnissen,
- zurück zu Punkt 2 oder
- Schließen der Datenbank und Beenden.

⁴⁰ Die Angabe vom Markennamen erfolgt mit dem Hinweis, daß die jeweiligen Rechte der Copyrightinhaber zu berücksichtigen sind.

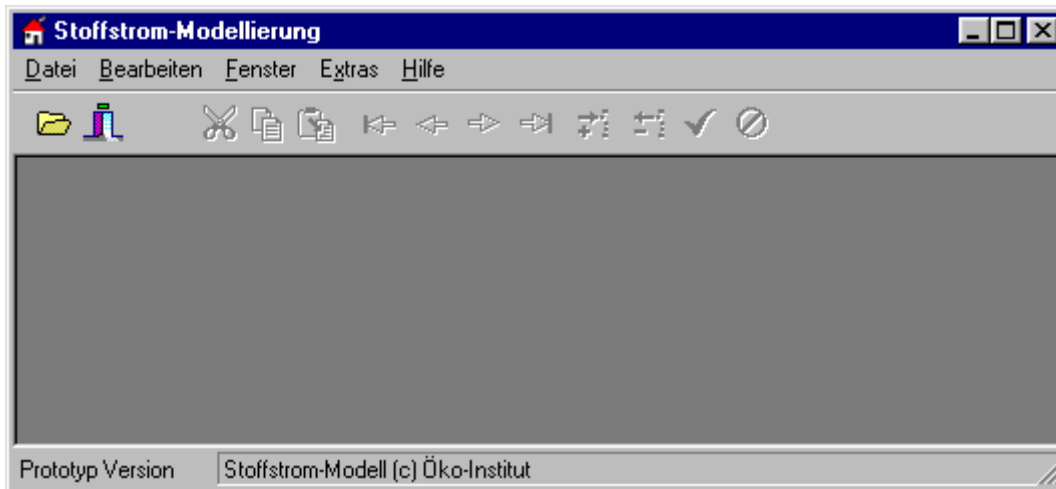
⁴¹ Derzeit 5 Disketten

⁴² Borland Database Engine, das voreingestellte Installationsverzeichnis c:\Programme\Borland\Gemeinsame Dateien\Bde läßt sich nicht ändern.

Übersicht

Nach dem Start des Programms erhält man folgende Anzeige:

Abbildung 1: Hauptansicht des Programms



Wie bei jeder modernen Windows-Anwendung hat das Stoffstrom-Programm eine Menüleiste, für häufig wiederkehrende Befehle eine Werkzeugleiste und am unteren Bildrand eine Statuszeile. Wählt man einen Menüpunkt aus oder bewegt sich mit der Maus über einem Werkzeug, so wird in der Statuszeile ein erklärender Text angezeigt. In Abhängigkeit vom Kontext des Programmes werden einzelne Werkzeuge oder Menüpunkte grau dargestellt, wenn diese zwischenzeitlich nicht verfügbar sind.

Daten laden

Um die Datenbank zu öffnen, wählt man den Menüpunkt Datei->öffnen oder das 1. Werkzeug. Es erscheint der Windows typische Dateidialog. Die zuletzt bearbeitete Datei wird vorab selektiert.

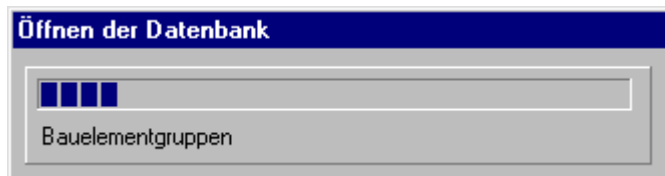
Abbildung 2: Datenbank öffnen



Um die Daten nur zur Auswertung zu laden, kann man das Feld 'Mit Schreibschutz öffnen' ankreuzen. Damit wird der Ladevorgang beschleunigt. Die zum Bearbeiten vorhandenen Menüpunkte werden 'ausgeschaltet' (graue Anzeige) oder ausgeblendet.

Der Fortschritt des Ladevorgangs wird optisch angezeigt.

Abbildung 3: Ladevorgang



Gibt es beim Laden einen Fehler, weil beispielsweise das Programm nicht richtig installiert wurde, so erhält man eine Meldung und den Hinweis, bei welchem Schritt des Ladevorgangs der Fehler aufgetreten ist. Der häufigste Fehler an dieser Stelle ist die fehlerhafte Installation der MS-Access Datenbank.

Weitere Menüpunkte unter Datei

Als weitere Menüpunkte sind vorgesehen: Drucken und Drucker einrichten. Der Druckbefehl ist derzeit nur für die Grafikanzeige freigeschaltet. Der Menüpunkt Drucker einrichten ruft das entsprechende Standarddialogfenster von Windows auf.

Außerdem kann man mit Datei->beenden den Programmablauf beenden. Einen Befehl zum Speichern gibt es nicht, da alle Änderung direkt in die Datenbank eingetragen werden.

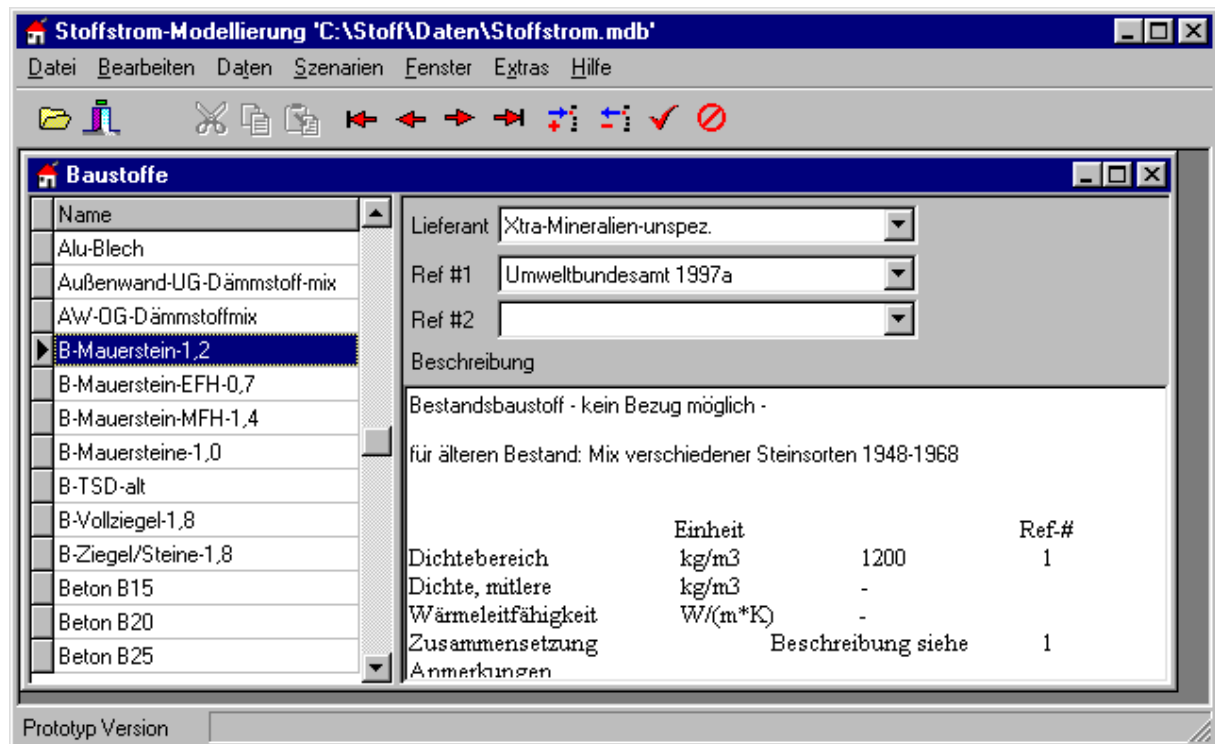
A-5.4 Daten bearbeiten

Die grundlegenden Daten sind unter Baustoffen, Bauelementen, Haustypen, Prozessen, Heizanlagen, Transportsystemen und Ressourcen zusammengefaßt. Haustypen setzen sich aus Bauelementen zusammen, die wiederum aus Baustoffen aufgebaut sind. Die Prozesse dienen zur Lieferung von Stoffen und Energie und sind untereinander verknüpft. Spezielle Prozesse sind die Heizungssysteme (inkl. Warmwasser) und die Transportsysteme.

Baustoffe

Die folgende Anzeige stellt den Eingabedialog für Baustoffe dar. Aus der linken Seite sieht man den gerade gewählten Baustoff. Auf der rechten Seite sind die Eingabegrößen dargestellt. Der Lieferant des Baustoffes (ein Stoff liefernder Prozeß) läßt sich mittels der ersten Listbox wählen. Zwei weitere Listboxen wählen die Referenzen aus. In ein großes Textfeld lassen sich weitere Beschreibungen abspeichern. In dieses Textfeld lassen sich über die Windows Zwischenablage auch formatierte Texte einfügen.

Abbildung 4: Liste der Baustoffe



Solange Listen mit Baustoffen, etc. angezeigt werden, lassen sich durch die Navigationswerkzeuge in der oberen Leiste die Elemente der jeweiligen Liste auswählen. Der Pfeil nach links mit dem senkrechten Querbalken wählt das erste Element der Liste aus. Der einfache Pfeil nach links positioniert auf das vorhergehende Element. Entsprechende Aktionen erfolgen durch klicken auf die Pfeile nach rechts.

Das jeweils ausgewählte Element der Liste ist durch einen kleinen Pfeil links neben dem Namen gekennzeichnet. Wird das Element gerade editiert, so wird Pfeil durch eine Einfügemarke ersetzt. Das Editieren des Elements wird durch die Betätigung des Buttons mit dem Häkchen oder durch den Wechsel auf ein anderes Element der Liste abgeschlossen. Die Eingaben können durch das klicken des Buttons mit dem Halteverbotsschild rückgängig gemacht werden.

Neue Elemente lassen sich durch den Einfügebutton (Pluszeichen neben stilisierter Liste) kreieren. Elemente, die nicht gebraucht werden, lassen sich mit dem Löschbutton entfernen. Der Löschvorgang muß durch eine Sicherheitsabfrage bestätigt werden. Besteht eine Verbindung zu einem anderen Datensatz, so wird im Allgemeinen eine Fehlermeldung angezeigt, die auf den mißlungenen Löschversuch hinweist⁴³.

Neben den Navigationswerkzeugen gibt es auch entsprechende Menüpunkte.

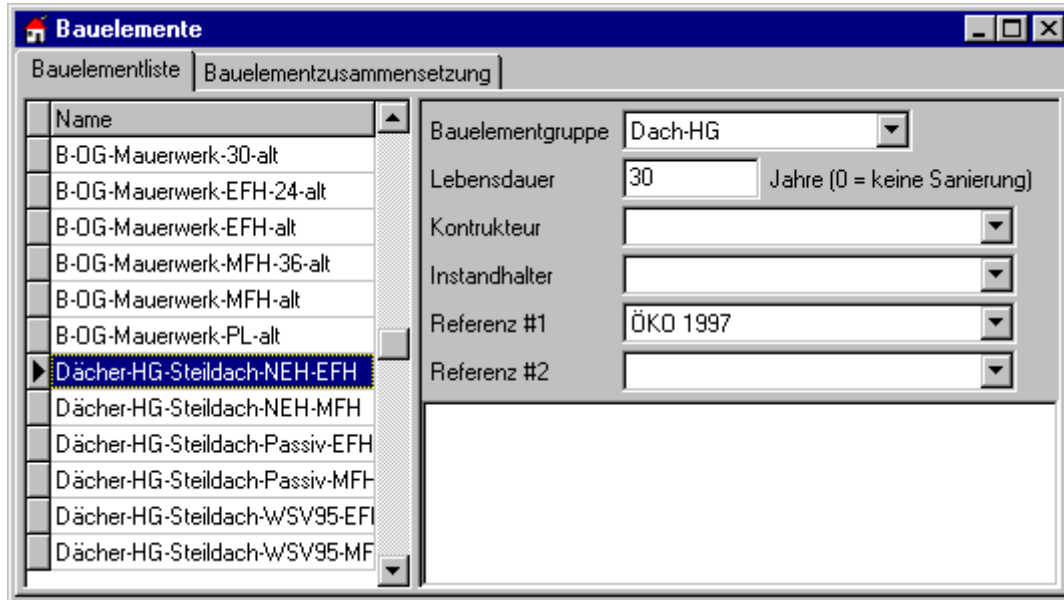
Bauelemente

Die Anzeige der Bauelemente erfolgt auf zwei Seiten eines Eingabedialogfensters. Zwischen den Seiten kann man mit den Reitern am oberen Fensterrand umschalten.

⁴³ Da die Datenbank jedoch nicht auf vollständige Überprüfung ausgelegt werden konnte, kann es passieren, daß man das Element trotzdem löschen kann. In diesem Fall können verwaiste Links auf das gelöschte Element in der Datenbank verbleiben. Eine spätere Rechnung kann (muß aber nicht) dann Fehlermeldungen hervorrufen.

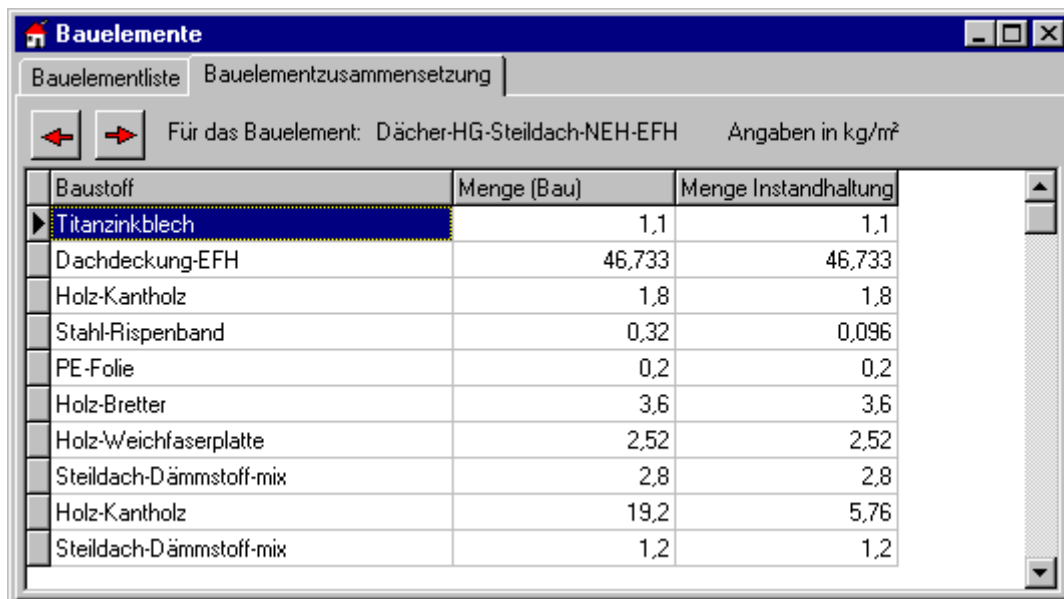
Jedem Bauelement wird eine Bauelementgruppe zugeordnet. Die Lebensdauer der Bauelemente bestimmt den Instandhaltungszyklus. Soll ein Aufwand gerechnet werden, der beim Bau oder bei der Instandhaltung anfällt, so sind entsprechende Prozesse (Konstruktoren oder Instandhalter) zu wählen.

Abbildung 5: Liste der Bauelemente, Listenseite



Der Materialeinsatz wird in die Spalte Menge eingetragen. Nach Ablauf der Lebensdauer entsteht der in der Spalte Menge Instandhaltung erneute Aufwand an Materialeinsatz. In der Tabelle kann mittels der Buttons in der Werkzeugleiste navigiert werden. Es können neue Baustoffe eingefügt oder gelöscht werden. Die zwei Buttons direkt im Fenster dienen zur Navigation in der Bauelementliste.

Abbildung 6: Liste der Bauelemente, Bauelementzusammensetzung



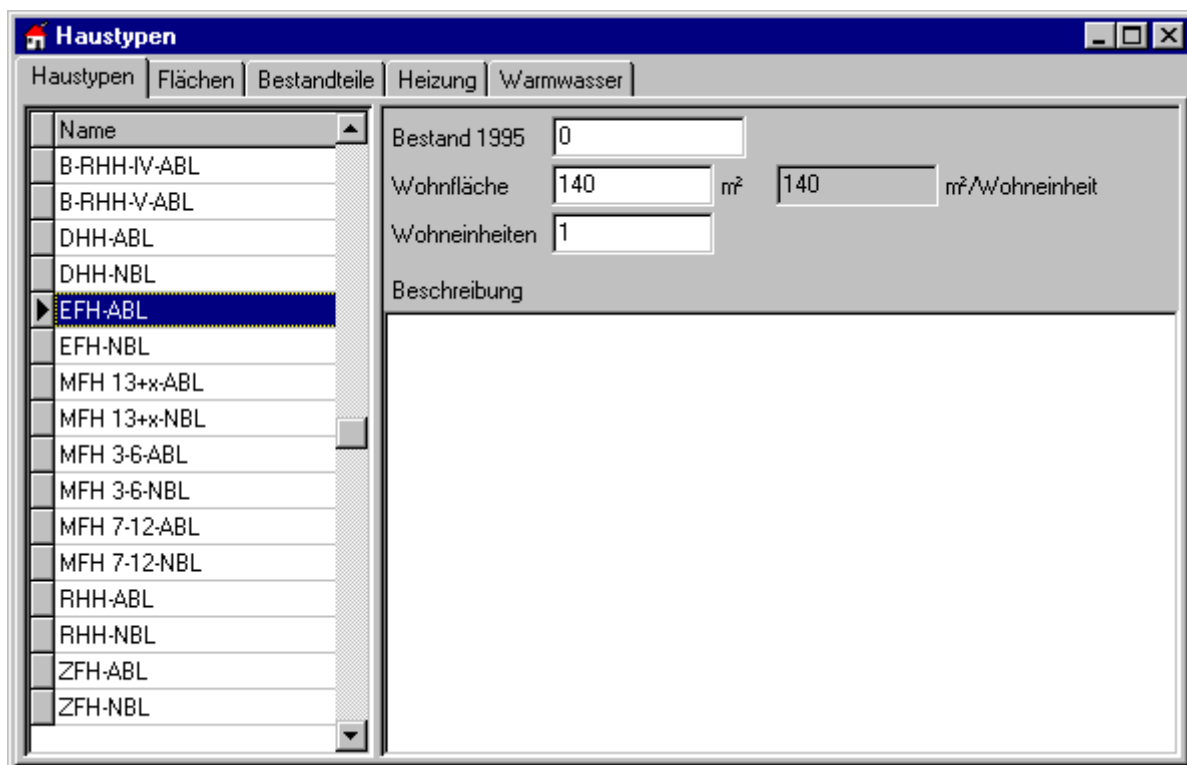
Haustypen

Das Fenster mit den Haustypen hat 5 verschiedene Seiten.

Auf der ersten Seite sieht man wieder die gewohnte Eingabemaske für die Referenzdaten. Zusätzlich wird der Bestand an Häusern dieses Typs, die Wohnfläche und die Zahl der Wohneinheiten eingetragen.

Für die spätere Rechnung wird unterstellt, daß Haustypen deren Bestand ungleich 0 ist, jeweils mit den aus der Lebensdauer der Bauelemente zu errechnenden Quoten instandgehalten werden. Für Neubauten (Bestand gleich 0) erfolgt der erste Instandhaltungszyklus nach Ablauf der Lebensdauer des Bauelements.⁴⁴

Abbildung 7: Listen der Haustypen, Listenseite

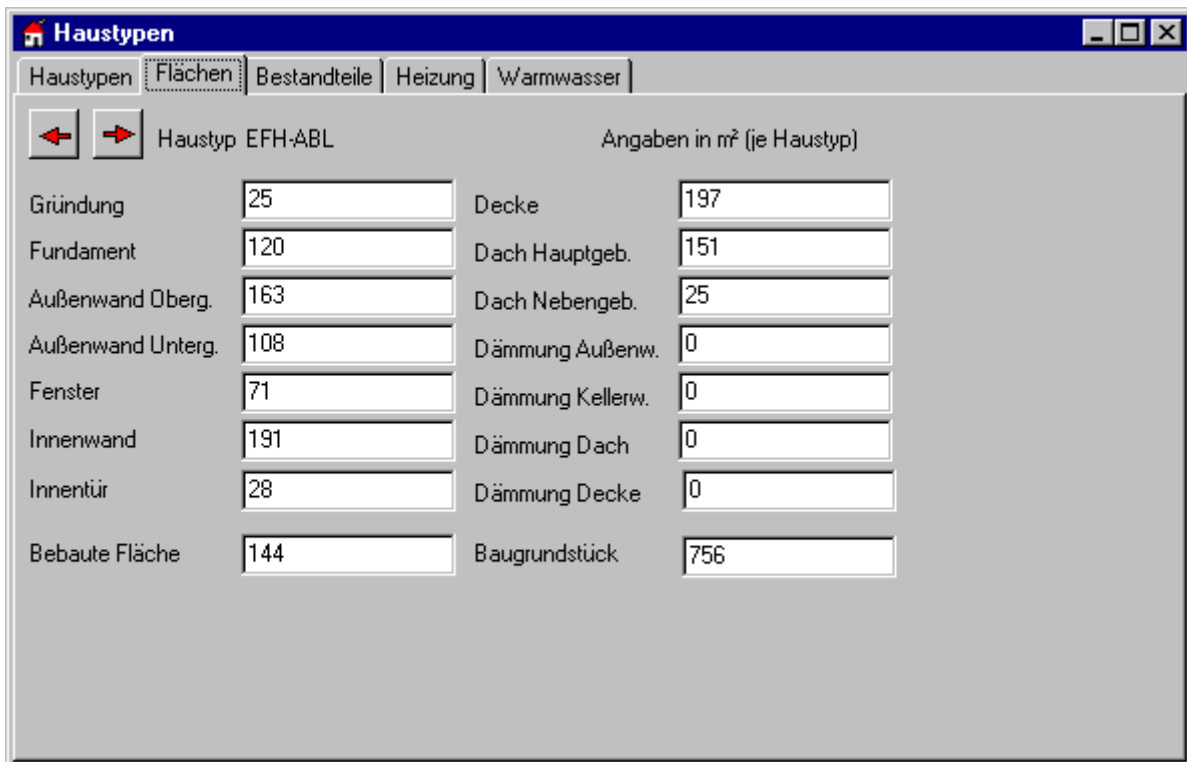


Auf der zweiten Seite wird die Geometrie der Haustypen eingegeben.

Die Eingabezellen für 'Bebaute Fläche' und 'Baugrundstück' bestimmen den Flächenbedarf (ohne Infrastruktur) des Baugebietes bzw. die versiegelte Fläche.

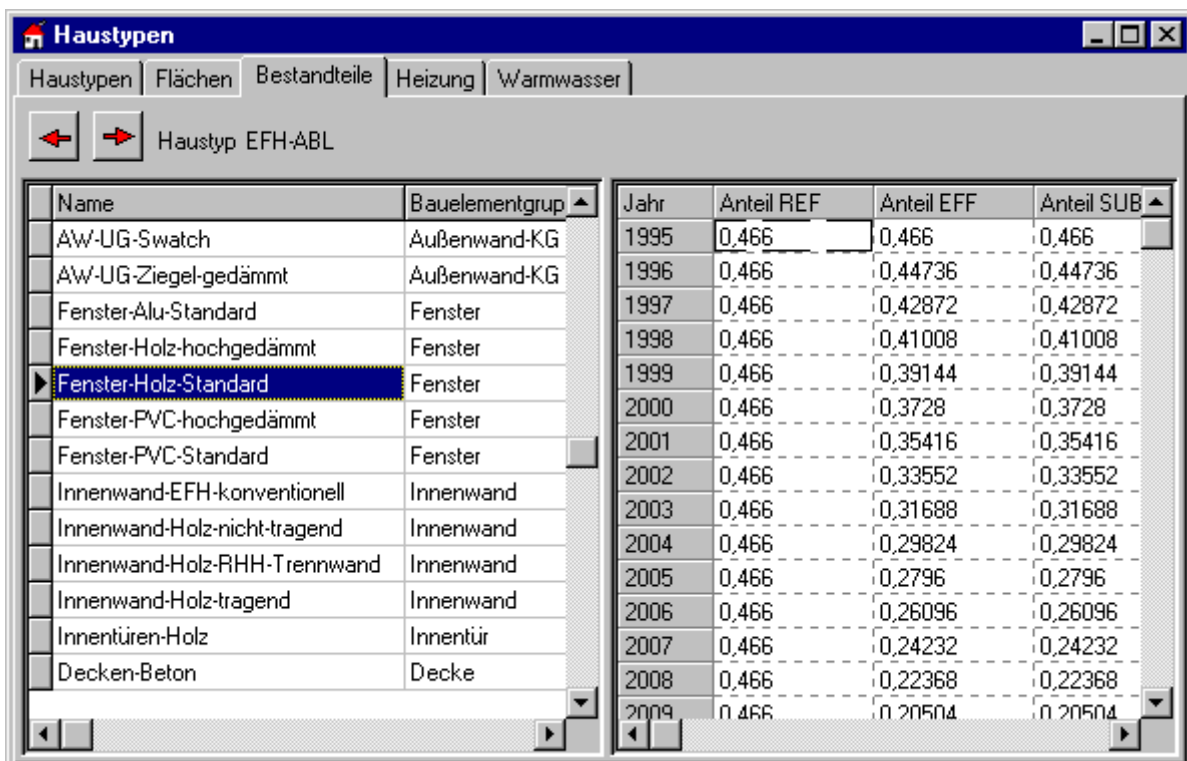
⁴⁴ Da die Lebensdauer der Bauelemente i.A. größer als 25 Jahre ist, erfolgt keine Instandhaltung während des Betrachtungszeitraumes der Szenarien.

Abbildung 8: Listen der Haustypen, Flächen



Auf der dritten Seite werden die Bestandteile der verschiedenen Bauelementgruppen eingegeben. Aus der Liste der vorhandenen Bauelemente kann man beim Einfügen auswählen. Sie werden in der Liste automatisch nach Gruppe und Alphabet sortiert. Die rechte Seite des Fensters zeigt die jeweiligen Anteile an der Gesamtfläche der Bauelementgruppe.

Abbildung 9: Liste der Haustypen, Bestandteile



Auf der vierten und fünften Seite werden die Bedarfe und Anteile der jeweiligen Heiz- und Warmwassersysteme eingegeben. Auf der Seite der Heizungen ist ein zusätzliche Spalte (grau hinterlegt) aufgeführt, in der die gerechneten Bedarfe angezeigt werden. Die Anzeige bezieht sich jeweils auf das ausgewählte Szenario.

Achtung: In der jetzigen Version muß der Heizwärmebedarf von Hand eingegeben werden, obwohl ein Zusammenhang zur Geometrie und dem k-Wert der Bauelemente besteht.

Abbildung 10: Liste der Haustypen, Heizungen

Jahr	Bedarf [T.J/a]	Bedarf [kWh/(m².a)]	Anteil Öl-Zentral-Hzg	Anteil Gas-Zentral-Hzg	Anteil Kohle-Zentral-H	Anteil Fernwärme	Anteil Öl-Eir
1995	0,049	97	0,425	0,5	0	0,025	0
1996	0,049	97	0,425	0,5	0	0,026	0
1997	0,049	97	0,425	0,5	0	0,027	0
1998	0,049	97	0,425	0,5	0	0,028	0
1999	0,049	97	0,425	0,5	0	0,029	0
2000	0,049	97	0,425	0,5	0	0,03	0
2001	0,049	97	0,425	0,5	0	0,031	0
2002	0,049	97	0,425	0,5	0	0,032	0
2003	0,049	97	0,425	0,5	0	0,033	0
2004	0,048	95	0,425	0,5	0	0,034	0
2005	0,048	95	0,425	0,5	0	0,035	0
2006	0,048	95	0,425	0,5	0	0,036	0
2007	0,048	95	0,425	0,5	0	0,037	0

Derzeit sind in der Datenbank keine Angaben für Warmwasser enthalten.

Abbildung 11: Liste der Haustypen, Warmwasser

The screenshot shows a software window titled 'Haustypen' with a tabbed interface. The 'Warmwasser' tab is active. Below the tabs, there are navigation arrows and the text 'Haustyp EFH-ABL'. To the right, there is a section for 'Angezeigtes Szenario' with radio buttons for 'REF' (selected), 'EFF', 'SUB', and 'UBA'. A note '(Angaben je Haustyp)' is present. The main area contains a table with the following columns: 'Jahr', 'Bedarf [TJ/a]', 'Anteil WW Ölheizung', 'Anteil WW Gasheizung', 'Anteil WW Kohleheizung', 'Anteil WW Fernwärme', 'Anteil WW Elektro', and 'Anteil Solar'. All data points in the table are '0'.

Jahr	Bedarf [TJ/a]	Anteil WW Ölheizung	Anteil WW Gasheizung	Anteil WW Kohleheizung	Anteil WW Fernwärme	Anteil WW Elektro	Anteil Solar
1995	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0

Prozesse

Im Stoffstrom-Modell wird zwischen folgenden Prozeßtypen unterschieden:

- Stoffumwandlung,
- Stoffextraktor,
- Energieumwandlung,
- Energieextraktor,
- Stoffmischer,
- Energiemixer und
- Assemblierer.

Die Dialogfenster für jeweiligen Prozeßtype unterscheiden sich hinsichtlich der Darstellung und der zu editierenden Parameter.

Erklärung der Prozeßtypen:

Die Energie- und Stoffumwandler sind Prozesse, die als Output einen Stoff oder einen Energieträger haben. Verschiedene Inputs werden definiert, um den Output bereitzustellen. Dabei können sowohl Energieträger, als auch Stoffe gewählt werden.

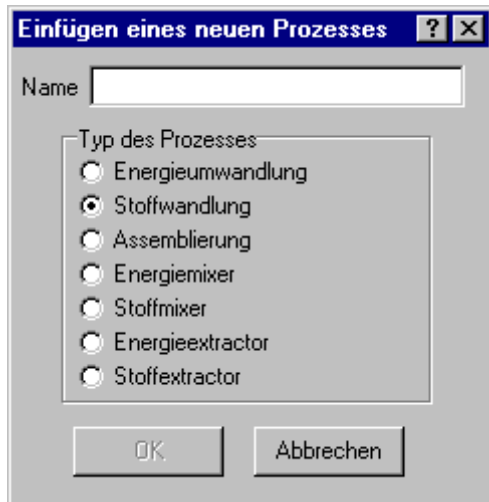
Die Mixer sind (virtuelle) Prozesse, die einen benötigten Output auf verschiedene Inputströme aufteilen. Ein Stoffmischer hat als Inputs nur Stoffe, ein Energiemixer nur Energieträger.

Die Extraktoren stellen sind die obersten Spitzen einer Prozeßkette. Sie stellen einen Stoff (Stoffextraktor) oder einen Energieträger (Energieextraktor) bereit.

Die Assemblieren stellen eine Dienstleistung her, die sich auf einen Quadratmeter zu erstellendes oder instandzuhaltendes Bauelement beziehen.

Wird ein neuer Prozeß eingefügt, so kann man den Typ auswählen.

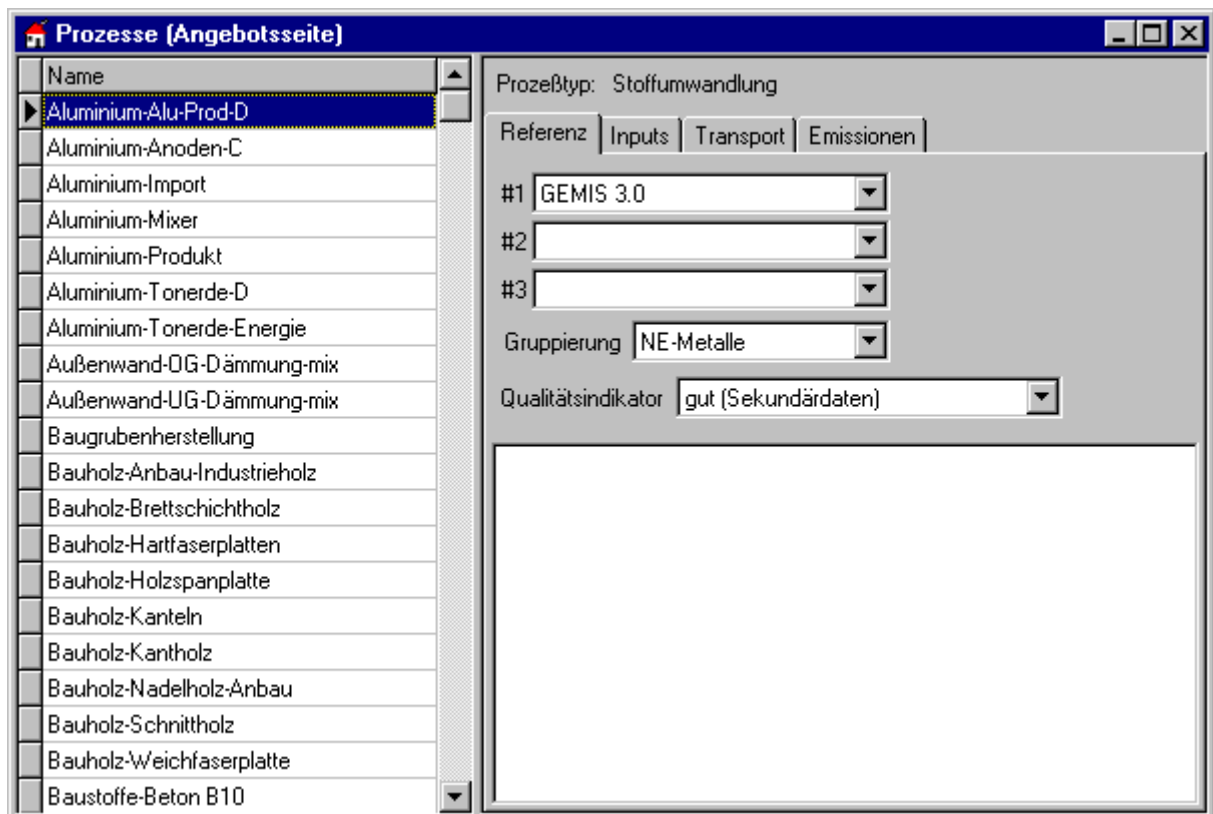
Abbildung 12: Auswahl des Prozeßtyps



Das Dialogfenster der Prozesse ist zweigeteilt. Links sieht man die Liste aller Prozesse und rechts die jeweiligen Eigenschaften des ausgewählten Prozesses. Die Eigenschaften sind auf jeweils unterschiedlichen Eigenschaftsblättern⁴⁵ einzustellen.

Auf dem ersten Blatt ist die Referenz zu sehen. Zusätzlich finden sich Angaben über die Gruppierung und die Datenqualität. Bei den Mixern ist das Feld Gruppierung ausgeblendet.

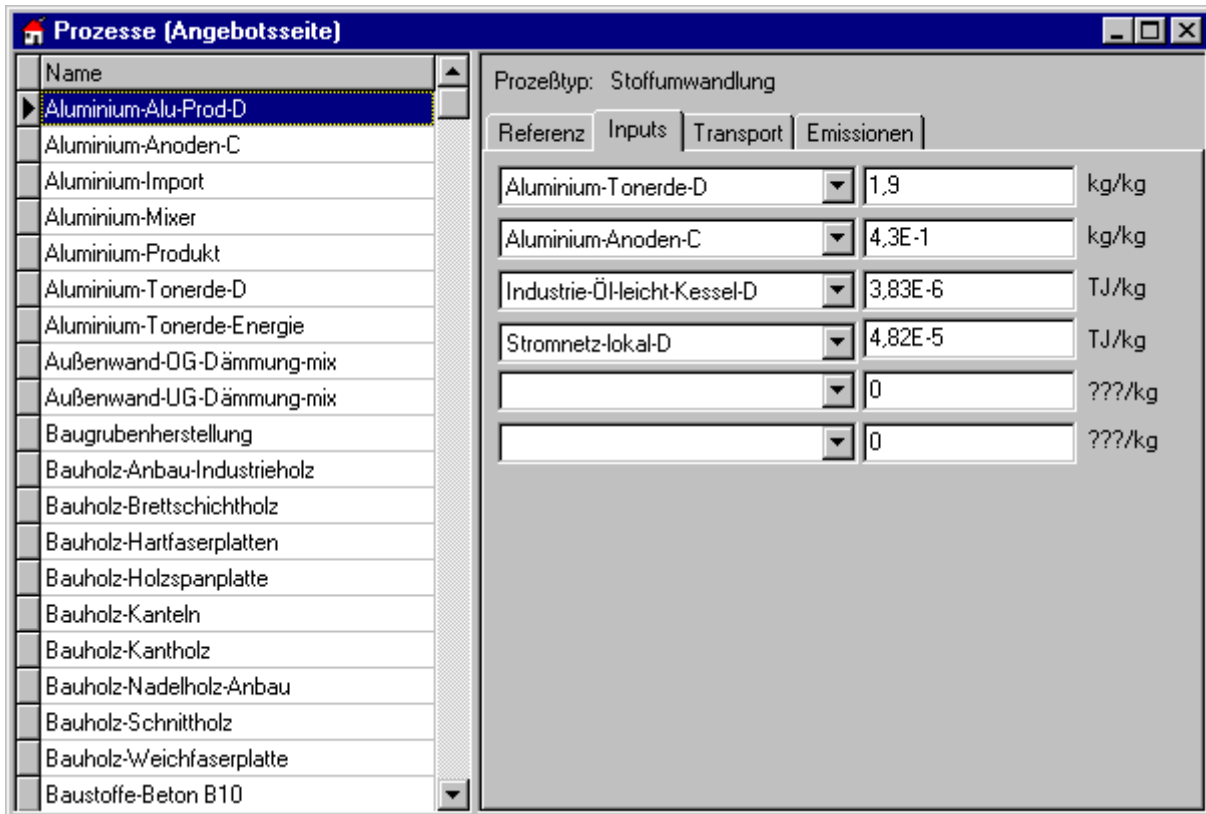
Abbildung 13: Prozeßliste, Listenseite



⁴⁵ deutsche Wortkreation für den englischen Ausdruck Property Sheet

Im Blatt „Inputs“ werden die Energie und Stoffbedarfe bezogen auf eine gelieferte Einheit des Produktes eingegeben. Die Eingabe ist auf 6 Input-Varianten begrenzt. Der Input wird über ein Listenfeld⁴⁶ ausgewählt. Über die Entfernen-Taste kann die Auswahl gelöscht werden. In Abhängigkeit der Wahl wird die angezeigte Einheit in der letzten Spalte automatisch angepaßt.

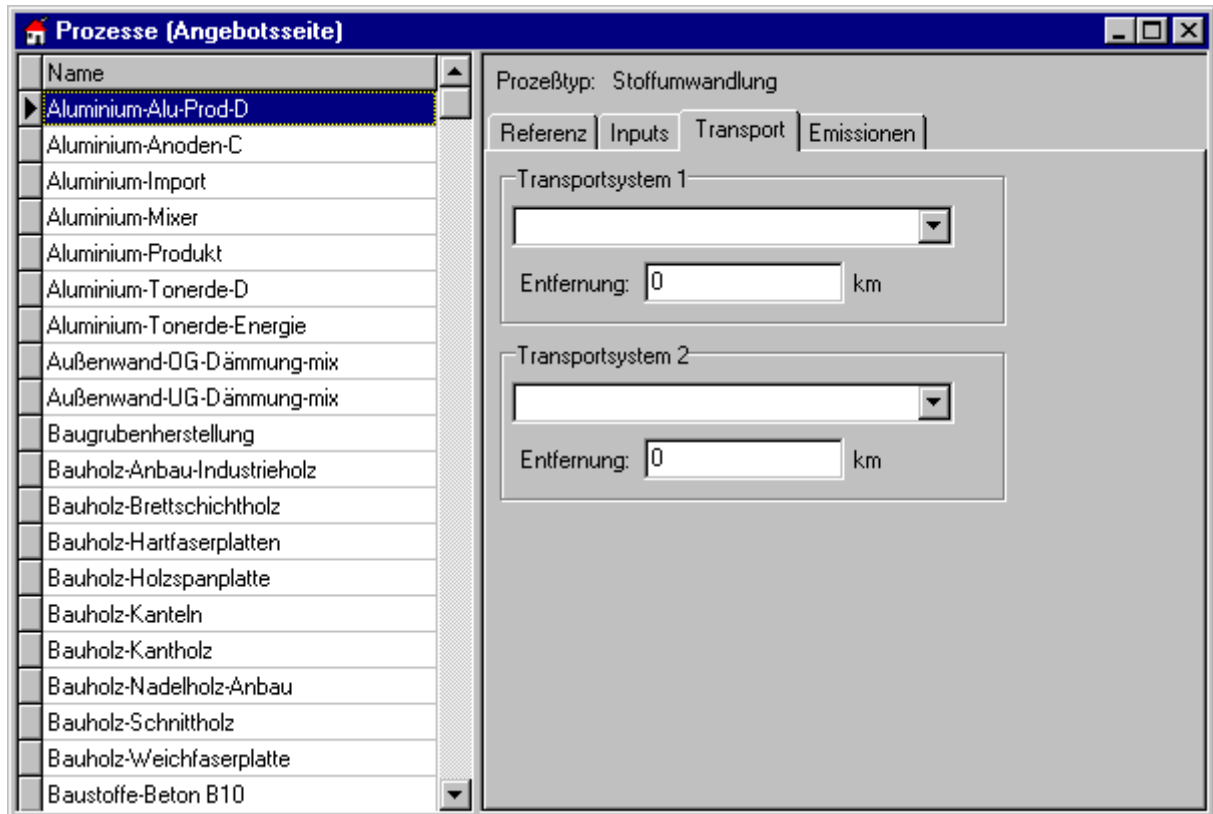
Abbildung 14: Prozeßliste, Inputs



Auf dem Blatt „Transport“ stehen maximal 2 Transportsysteme zum Abtransport des gelieferten Produktes zur Verfügung. Der Transportaufwand in t.km ergibt sich aus der Entfernung und der Menge des gelieferten Produktes. Bei Energieträgern wird als Gewicht das energiespezifische Gewicht von Kohle (27,5 MJ/kg) herangezogen.

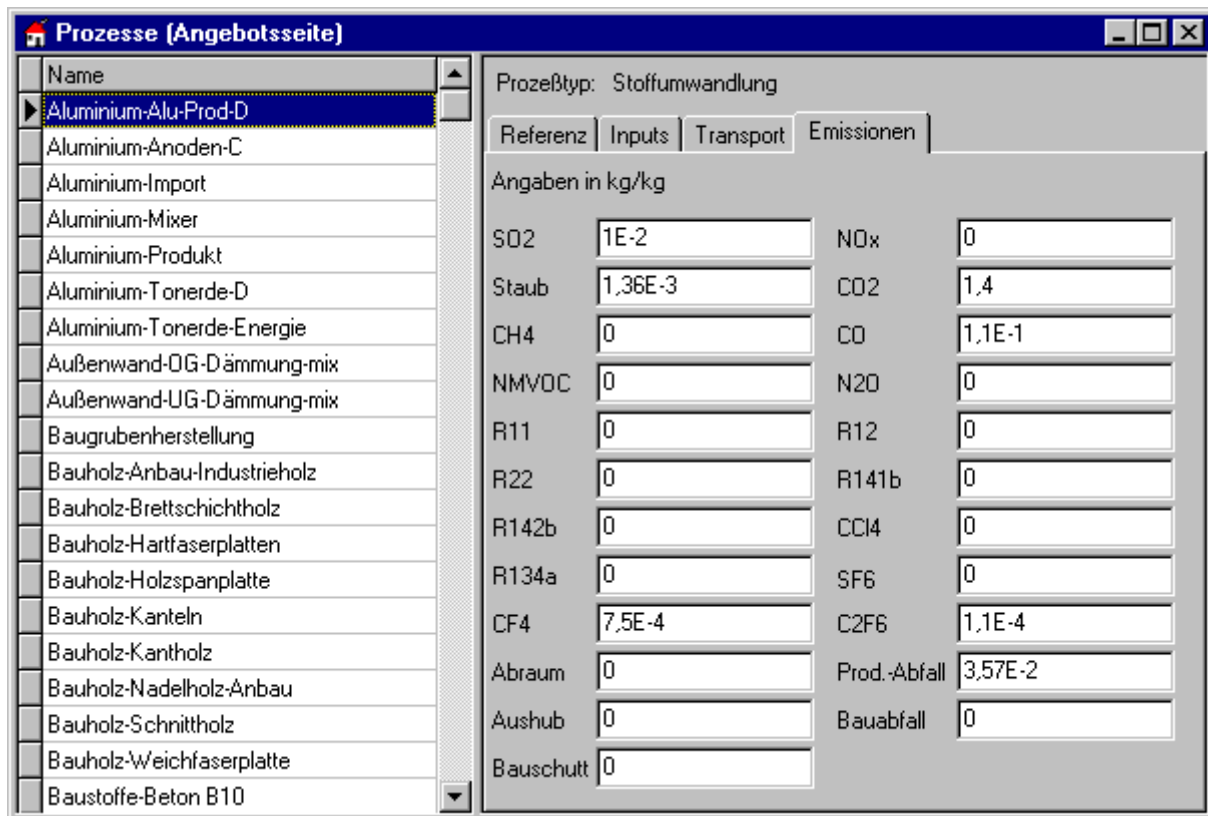
⁴⁶ Combobox

Abbildung 15: Prozeßliste, Transporte



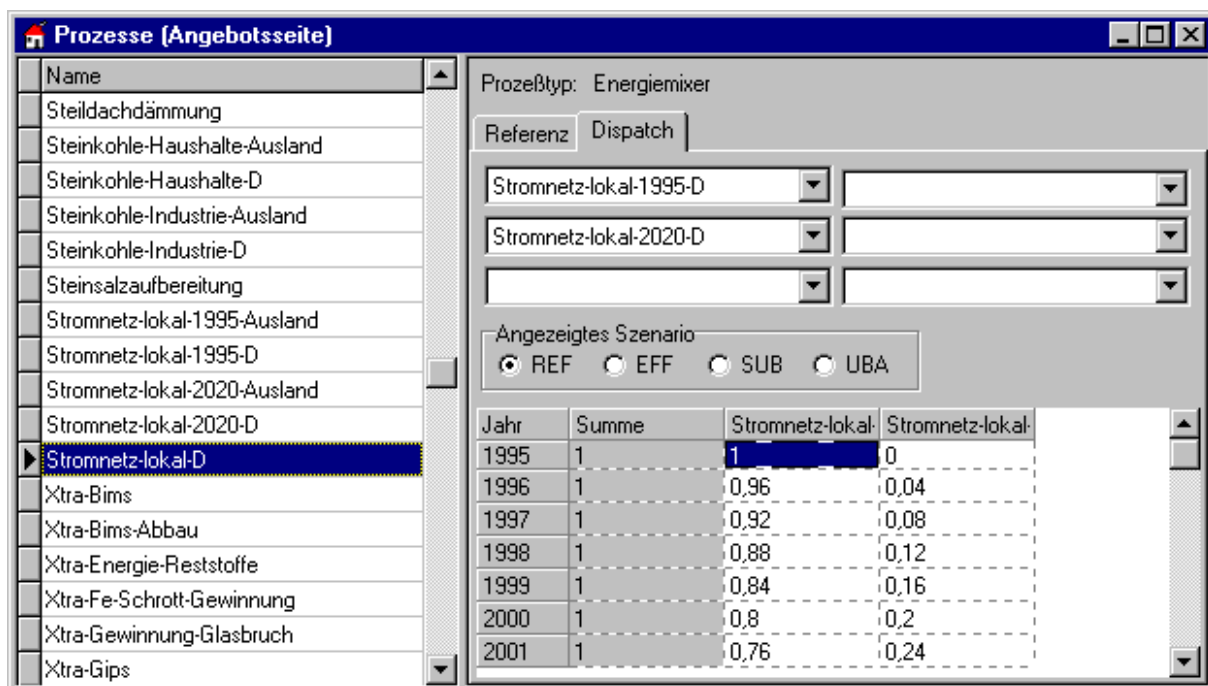
Auf dem Emissionsblatt werden die Angabe für die produktbezogenen Emissionsfaktoren eingetragen.

Abbildung 16: Prozeßliste, Emissionen



Bei den Mixer gibt es ein zusätzliches Blatt bei dem neben den Inputs die jährlichen Anteile derselben eingetragen werden. Zwischen den Szenarien kann entsprechend umgeschaltet werden.

Abbildung 17: Prozeßliste, Dispatchfaktoren



Bei den Extraktoren erfolgt auf der rechten Seite des Dialogfenstern die Eingabe der jeweiligen Ressourcen.

Abbildung 18 : Prozeßliste, Ressourcen



Folgende Blätter sind für die verschiedenen Prozeßtypen „sichtbar“.

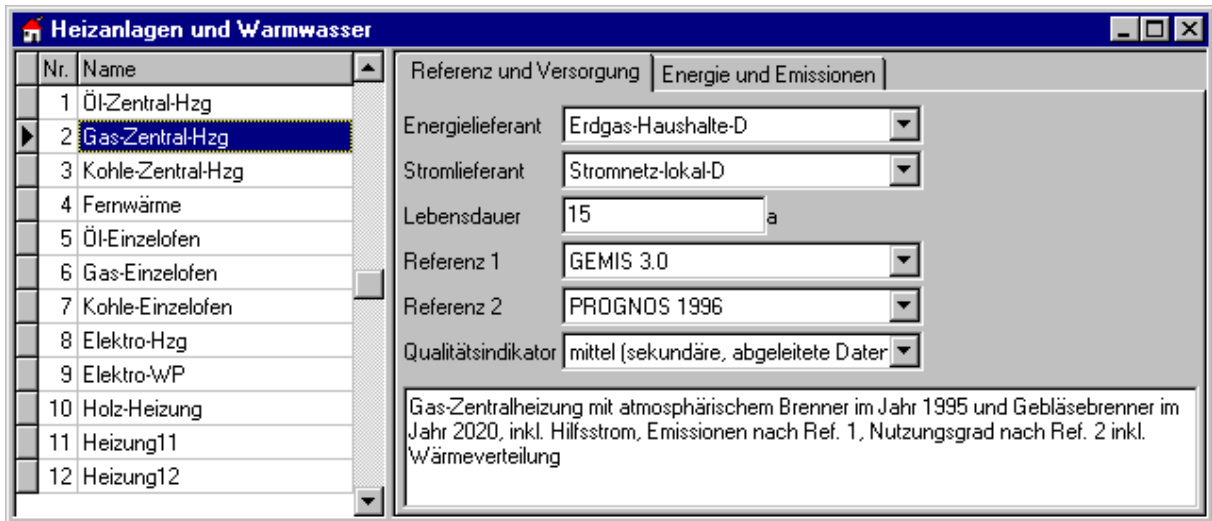
Prozeßtyp	Referenz	Inputs	Emissionen	Transport	Dispatch	Ressourcen
Stoffumwandlung, Energieumwandlung,	x	x	x	x		
Stoffextraktor, Energieextraktor	x	x	x			x
Stoffmischer, Energimischer	x				x	
Assemblierer	x	x	x			

Heizanlagen und Warmwasser

Im Stoffstrom-Modell sind 15 Heizanlagen und 10 Warmwassersysteme vorgesehen. Zwischen den Szenarien wird dabei nicht unterschieden.

Auf der ersten Seite werden neben den üblichen Referenzen auch die Lieferanten für den Hauptenergieträger (Brennstoff) und eine eventuell notwendige Stromversorgung angegeben. Die Eingabe der Lebensdauer wird (derzeit) nicht weiter benutzt.

Abbildung 19: Liste der Heizungssystem und Warmwasser, Listenseite



Auf der Seite ‘Energie und Emissionen’ erfolgt die Eingabe des Wirkungsgrades des Heizungssystems und der Strombedarf. Beide Angaben sind dimensionslos (1 = 100%). In den weiteren Spalten erfolgt die Eingabe der Emissionsfaktoren.

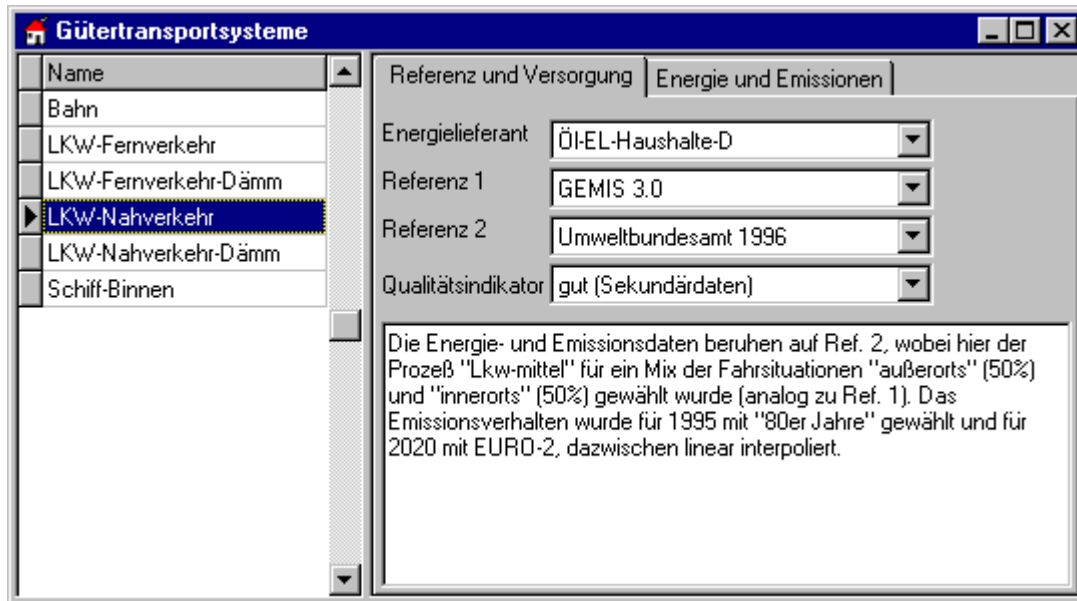
Abbildung 20: Liste der Heizungssystem und Warmwasser, Energie und Emissionen

Jahr	Wirkungsgrad [-]	Strombedarf [TJ/TJ]	E-Faktor SO2 [kg/TJ]	E-Faktor NOx [kg/TJ]	E-Faktor [kg/TJ]
1995	0,786	0,01	0,55	51	0,2
1996	0,7934	0,0104	0,546	50,2	0,196
1997	0,8007	0,0108	0,542	49,4	0,192
1998	0,8081	0,0112	0,538	48,6	0,188
1999	0,8154	0,0116	0,534	47,8	0,184
2000	0,8228	0,012	0,53	47	0,18
2001	0,8302	0,0124	0,526	46,2	0,176
2002	0,8375	0,0128	0,522	45,4	0,172

Transportsysteme

Ähnlich wie für die Heizanlagen ist das Eingabefenster für die (Güter-)Transportsysteme aufgebaut. Es lassen sich beliebig viele System definieren.

Abbildung 21: Liste der Transportsysteme, Listenseite



Die Eingabe des Energiebedarfs des Transportmittels erfolgt in MJ pro t.km Auch die Emissionsfaktoren sind pro t.km einzugeben. Es ist zu beachten, daß hier nur die Nettoemissionen der Transportsysteme einzugeben sind. Die indirekten Emissionen (z.B. bei der Bahn) ergeben sich durch den Energieversorger.

Abbildung 22: Liste der Transportsysteme, Energie und Emissionen

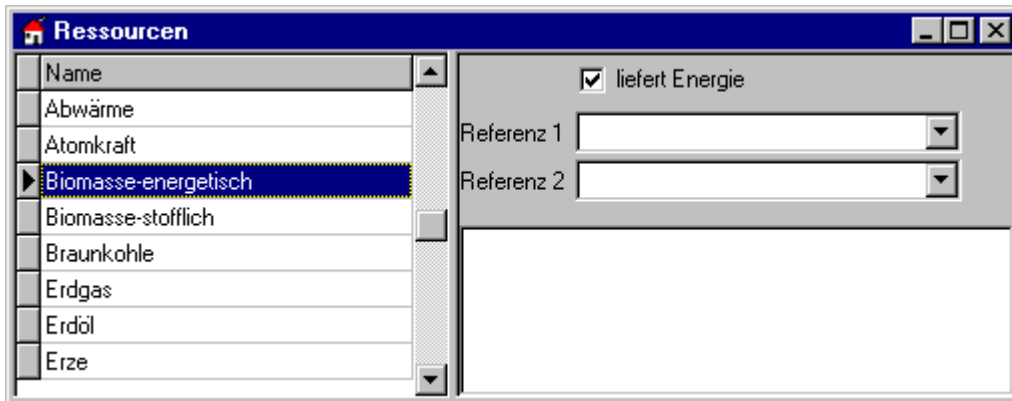
The screenshot shows the 'Gütertransportsysteme' application window with the 'Energie und Emissionen' tab active. A table displays the energy requirements and emission factors for 'LKW-Nahverkehr' from 1995 to 2005. The table has five columns: 'Jahr', 'Bedarf [MJ/t.km]', 'SO2 [g/t.km]', 'NOx [g/t.km]', and 'Staub [g/t.km]'. The data shows a general downward trend in energy requirements and emissions over the period, with a slight increase in 2005.

Jahr	Bedarf [MJ/t.km]	SO2 [g/t.km]	NOx [g/t.km]	Staub [g/t.km]
1995	1,283	0,03	1,105	0,052
1996	1,28	0,03	1,087	0,05
1997	1,278	0,03	1,069	0,049
1998	1,275	0,03	1,051	0,048
1999	1,273	0,03	1,034	0,046
2000	1,27	0,03	1,016	0,045
2001	1,268	0,03	0,998	0,043
2002	1,265	0,03	0,981	0,042
2003	1,262	0,03	0,963	0,04
2004	1,26	0,03	0,945	0,039
2005	1,257	0,03	0,928	0,037

Ressourcen

Die Ressourcen haben neben den Referenzen nur die Eigenschaft, ob sie Energie liefern oder nicht.

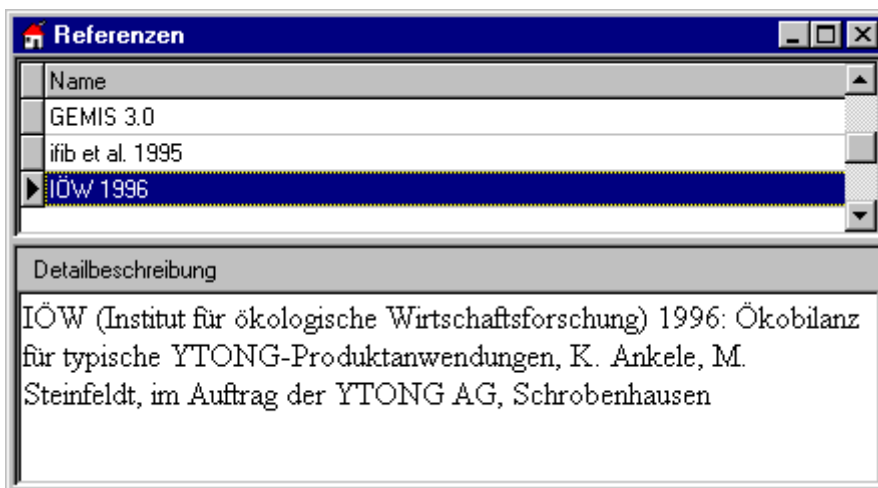
Abbildung 23: Liste der Ressourcen



Referenzen

Unter Referenzen ist eine kleine Literatur- und Quellensammlung zu verstehen. Der untere Teil des Fensters bezieht sich jeweils auf die oben gewählte Referenz.

Abbildung 24: Liste der Referenzen



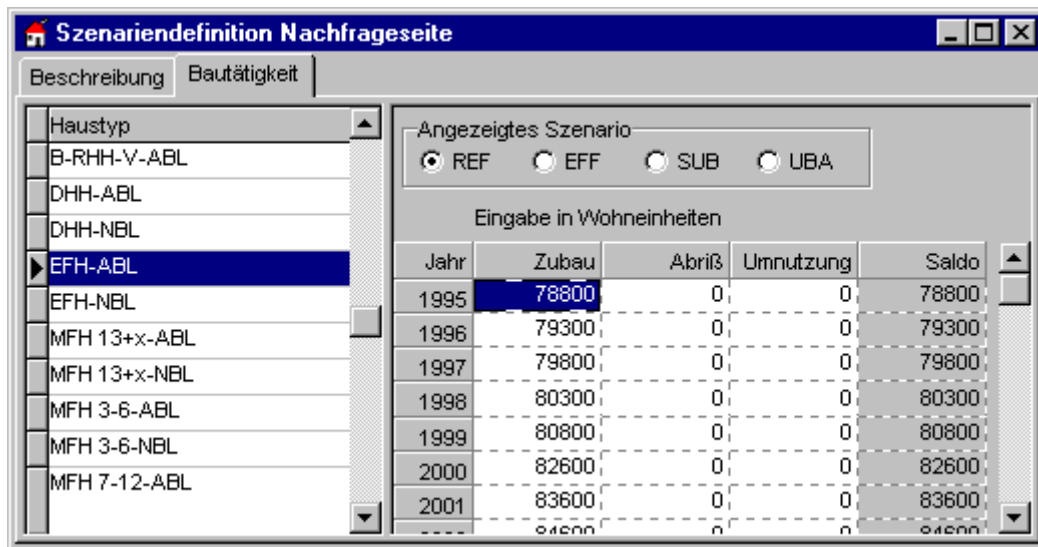
Szenariendefinition

Wichtige Szenarioannahmen lassen sich in den folgenden Menüpunkten einstellen.

Nachfrageseite

Auf der Nachfrageseite muß für jeden Haustyp eingestellt werden, wieviel Wohneinheiten zugebaut, abgerissen oder umgenutzt werden. Der Zubau definiert die Nachfrage nach Stoffen. Der Abriß erzeugt Bauschutt, aber die Umnutzung ist emissionsneutral, sie wirkt sich nur auf den Hausbestand aus.

Abbildung 25: Szenariendefinition, Bautätigkeit

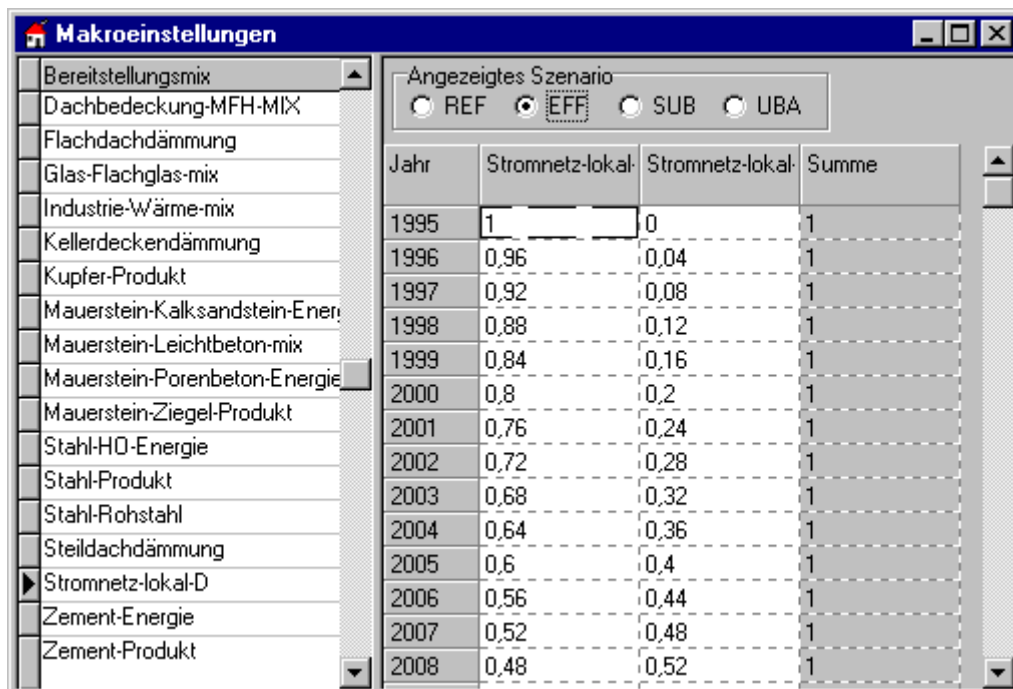


Alle Eingaben erfolgen getrennt für jedes Szenario.

Angebotsseite

Die Anteile bei den Mixern (Prozesse) lassen sich übersichtlich im folgenden Dialogfenster einstellen:

Abbildung 26: Szenariendefinition, Makroeinstellungen



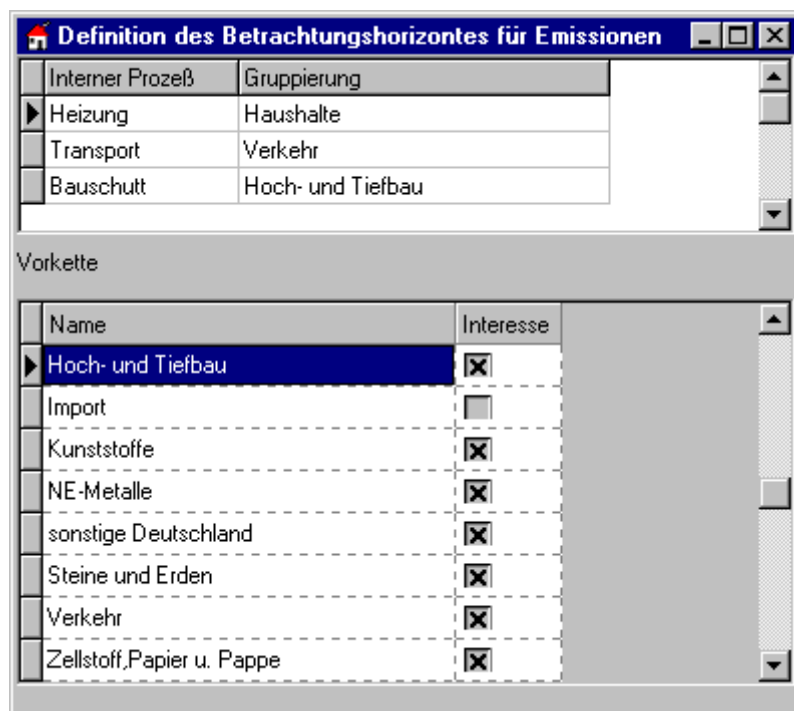
Ein möglicherweise sichtbares Prozeßfenster wird automatisch geschlossen, wenn dieser Menüpunkt aufgerufen wird.

Betrachtungshorizont

Um verschiedene Gruppierungen zusammenfassen zu können, ermöglicht das folgende Dialogfenster das Ankreuzen der Gruppierungen, die zum Betrachtungshorizont gehören. Standardmäßig sind das alle Gruppierungen außer den Importen.

Für die internen Prozesse, die gesondert in der Datenbank gespeichert werden, lassen sich die jeweilige Gruppierung einstellen.

Abbildung 27: Betrachtungshorizont/Gruppierungen



Daten auswerten

Wählt man einen Menüpunkt aus der unteren Gruppe unter Szenarien, so wird der Berechnungsvorgang automatisch angestoßen. Bedingt durch die zahlreichen Einzelrechnungen kann dieser Vorgang mehrere Minuten dauern. Zunächst werden alle für die Rechnung notwendigen Daten in den Hauptspeicher geladen. Danach erfolgt die eigentliche Rechnung. Der Ablauf der Rechen- und Ladeschritte wird jeweils in einer Statusanzeige dargestellt.

Berechnung der Ergebnisse, eine genaue Beschreibung findet sich in Kapitel 5.5

1. Haustypen

Die Zahl der Haustypen in einem Jahr ergibt sich aus der Zahl der Haustype im vorhergehenden Jahr plus des Zubaus minus der Umnutzung und minus des Abrisses.

2. Bauelemente

Für jedes Jahr wurde der Anteil von bestimmten Bauelementen je Haustyp und Gruppe definiert.

a) Im Zubau wird für jedes Jahr bestimmt, wieviel Quadratmeter der jeweiligen Gruppe neu gebaut wird, und dann für das jeweilige Bauelement der Anteil bestimmt.

b) Wird im Bestand beim Übergang von einem zum anderen Jahr der Anteil eines Bauelementes geändert, führt das zu einem Abriß des Bauelementes, das im Vorjahr den größeren Anteil hatte und zu einem Zubau des Bauteils mit dem größeren Anteil im Folgejahr

c) Für den Bestand an Bauteilen wird jedes Jahr ein Anteil $1/n$ instand gehalten. (n = Lebensdauer des Bauelements). Bei Haustypen, die neu gebaut werden, wird für die ersten n Jahre keine Instandhaltung eingesetzt.

3. Baustoffe

Der Bedarf an Baustoffen ergibt sich durch den Zubau an Bauelementen (* dem spezifischen Baustoffanteil pro m^2) plus der Instandhaltung (* dem spezifischen Instandhaltungsanteil pro m^2)

4. Heizenergiebedarf

Der Heizenergiebedarf errechnet sich aus der Summe aller Haustypen (Anzahl) mal der Fläche pro Haustyp mal dem spezifischen Bedarf je Haustyp mal dem Anteil des jeweiligen Heizsystems.

5. Prozesse

Der Umsatz eines Prozesse ergibt sich aus der Summe aller Nachfragen bei diesem Prozeß. Die Schnittstelle zu der Bedarfsseite ergibt sich durch die

a) Bauelementlieferanten,

b) Assemblierer der Bauelemente (Zubau und Instandhaltung) und

c) Heizsysteme.

6. Ressourcen

Die eingesetzten Ressourcen bestimmen sich durch den Umsatz der Extraktoren mal dem jeweiligen Ressourcenbedarf.

7. Transportsysteme

Die gefahrenen km eines Transportsystems ergeben sich aus dem (Gewichts-)Umsatz aller Prozesse und deren jeweiligen Transportentfernungen

Ist die Rechnung einmal durchgeführt worden, so sind alle anderen Ergebnisfenster direkt aufrufbar. Wird jedoch ein Fenster zur Änderung der Datenbank geöffnet, so erfolgt bei einem nachfolgenden Öffnen eines Ergebnisfenster eine Neuberechnung.

Bestandsentwicklung

Unter Bestandsentwicklung werden auf 4 Seiten die Bestände an

- Haustypen,
- Summe der Wohnungen,
- Bauelementen und
- Baustoffen angezeigt.

Abbildung 28: Bestandsentwicklung Haustypen

The screenshot shows a software window titled 'Bestandsentwicklung' with four tabs: 'Haustypen', 'Wohnungen', 'Bauelemente', and 'Baustoffe'. The 'Haustypen' tab is active, displaying a table with columns for 'Jahr', 'Häuser REF', 'Häuser EFF', 'Häuser SUB', and 'Häuser'. The table lists housing types such as B-EFH-I-NBL, B-EFH-II-NBL, B-EFH-III-NBL, B-EFH-IV-NBL, B-EFH-V-NBL, B-GMH-I-NBL, B-GMH-II-NBL, B-GMH-III-NBL, B-GMH-IV-NBL, B-HH-NBL, B-KMH-I-NBL, B-KMH-II-NBL, and B-KMH-III-NBL, along with their corresponding values for each year from 1995 to 2009.

Haustypen	Jahr	Häuser REF	Häuser EFF	Häuser SUB	Häuser
B-EFH-I-NBL	1995	2010000	2010000	2010000	2010000
B-EFH-II-NBL	1996	2005999	2005999	2005999	2005999
B-EFH-III-NBL	1997	2001998	2001998	2001998	2001998
B-EFH-III-NBL	1998	1997997	1997997	1997997	1997997
B-EFH-IV-NBL	1999	1993996	1993996	1993996	1993996
B-EFH-V-NBL	2000	1989995	1989995	1989995	1989995
B-GMH-I-NBL	2001	1985774	1985774	1985774	1985774
B-GMH-I-NBL	2002	1981553	1981553	1981553	1981553
B-GMH-II-NBL	2003	1977332	1977332	1977332	1977332
B-GMH-III-NBL	2004	1973111	1973111	1973111	1973111
B-GMH-IV-NBL	2005	1968890	1968890	1968890	1968890
B-HH-NBL	2006	1956629	1956629	1956629	1956629
B-KMH-I-NBL	2007	1944368	1944368	1944368	1944368
B-KMH-II-NBL	2008	1932107	1932107	1932107	1932107
B-KMH-II-NBL	2009	1919846	1919846	1919846	1919846

Unter Wohnungen werden die Summen aller Wohneinheiten dargestellt.

Abbildung 29: Bestandsentwicklung Wohnungen

Jahr	REF	EFF	SUB	UBA
1995	35564960	35564960	35564960	35564960
1996	36015440	36015440	36015440	36015440
1997	36469120	36469120	36469120	36469120
1998	36926000	36926000	36926000	36926000
1999	37385580	37385580	37385580	37385580
2000	37849360	37849360	37849360	37849360
2001	38295851	38295851	38295651	38295851
2002	38734842	38734842	38740042	38734842
2003	39179333	39179333	39184333	39179333
2004	39630324	39630324	39627324	39630324
2005	40071815	40071815	40070815	40071815
2006	40421147	40421147	40426847	40421147
2007	40769379	40769379	40778679	40769379
2008	41117311	41117311	41126411	41117311
2009	41465643	41465643	41470243	41465643
2010	41811475	41811475	41809475	41811475

Bei den Bauelementen werden jeweils die Flächen ausgewiesen, die

- saniert,
- abgerissen oder
- zugebaut werden.

Abbildung 30: Bestandsentwicklung Bauelemente

Gruppe: Dämmung-AW Lieferant: unbekannt
 Lebensdauer: ohne Instandhalt./Instandh.: unbekannt
 Angaben in Mio. m²

Jahr	Zugang REF	Zugang EFF	Zugang SUB	Zugang UBA
1995	0	0	0	0
1996	0	7,53337E+1	7,53337E+1	0
1997	0	7,52529E+1	7,52529E+1	0
1998	0	7,51721E+1	7,51721E+1	0
1999	0	7,50913E+1	7,50913E+1	0
2000	0	7,50105E+1	7,50105E+1	0
2001	0	7,48996E+1	7,48996E+1	0
2002	0	7,47887E+1	7,47887E+1	0
2003	0	7,46778E+1	7,46778E+1	0
2004	0	7,4567E+1	7,4567E+1	0
2005	0	7,44561E+1	7,44561E+1	0
2006	0	7,41696E+1	7,41696E+1	0

Die durch die Sanierung und den Zubau notwendigen Baustoffe werden auf dem 4. Blatt aufgelistet.

Abbildung 31: Bestandsentwicklung Baustoffe

The screenshot shows a software window titled 'Bestandsentwicklung'. It has a menu bar with 'Haustypen', 'Wohnungen', 'Bauelemente', and 'Baustoffe'. A list of building materials is on the left, with 'Alu-Blech' selected. The main area shows a table for 'Lieferant: Aluminium-Produkt' with columns for 'Jahr', 'REF', 'EFF', 'SUB', and 'UE'. The data is as follows:

Jahr	REF	EFF	SUB	UE
1995	3,49008	3,49008	3,49008	3,4
1996	3,4889	3,4889	3,4889	3,4
1997	3,48772	3,48772	3,48772	3,4
1998	3,48654	3,48654	3,48654	3,4
1999	3,48536	3,48536	3,48536	3,4
2000	3,50054	3,50054	3,50341	3,5
2001	3,50054	3,50054	3,50981	3,5
2002	3,50054	3,50054	3,51577	3,5
2003	3,50054	3,50054	3,52066	3,5
2004	3,50054	3,50054	3,52922	3,5
2005	3,4591	3,4591	3,54531	3,4
2006	3,4443	3,4443	3,54517	3,4
2007	3,43122	3,43122	3,54581	3,4
2008	3,4175	3,4175	3,54581	3,4
2009	3,4175	3,4175	3,54581	3,4

Flächenbilanz

Im Ergebnisfenster für die Flächenbilanz wird für jede Bauelementgruppe, die Wohnfläche, die Grundstücksfläche und die bebaute Fläche der Anteil ausgewiesen, der sich im Bestand befindet und der zugebaut, abgerissen oder umgewidmet wird.

Abbildung 32: Flächenbilanz

The screenshot shows a software window titled 'Flächenbilanz'. It has a dropdown menu set to 'Wohnfläche' and the text 'Angaben in Mio. m²'. The main area shows a table with columns for 'Jahr', 'REF', 'EFF', 'SUB', 'UBA', 'Zubau REF', 'Zubau EFF', 'Zubau SUB', and 'Z'. The data is as follows:

Jahr	REF	EFF	SUB	UBA	Zubau REF	Zubau EFF	Zubau SUB	Z
1995	3,0583E+3	3,0583E+3	3,0583E+3	3,0583E+3	4,60442E+1	4,60442E+1	4,60442E+1	4
1996	3,10095E+3	3,10095E+3	3,10095E+3	3,10095E+3	4,65627E+1	4,65627E+1	4,65627E+1	4
1997	3,14411E+3	3,14411E+3	3,14411E+3	3,14411E+3	4,70812E+1	4,70812E+1	4,70812E+1	4
1998	3,18779E+3	3,18779E+3	3,18779E+3	3,18779E+3	4,75472E+1	4,75472E+1	4,75472E+1	4
1999	3,23194E+3	3,23194E+3	3,23194E+3	3,23194E+3	4,81707E+1	4,81707E+1	4,81707E+1	4
2000	3,27671E+3	3,27671E+3	3,27671E+3	3,27671E+3	4,87702E+1	4,87702E+1	4,73386E+1	4
2001	3,32088E+3	3,32088E+3	3,31945E+3	3,32088E+3	4,88657E+1	4,88657E+1	4,6808E+1	4
2002	3,36515E+3	3,36515E+3	3,36166E+3	3,36515E+3	4,96512E+1	4,96512E+1	4,6555E+1	4
2003	3,4102E+3	3,4102E+3	3,40361E+3	3,4102E+3	5,05417E+1	5,05417E+1	4,615E+1	5
2004	3,45614E+3	3,45614E+3	3,44516E+3	3,45614E+3	5,04272E+1	5,04272E+1	4,59234E+1	5
2005	3,50197E+3	3,50197E+3	3,48648E+3	3,50197E+3	4,97508E+1	4,97508E+1	4,53202E+1	4
2006	3,54012E+3	3,54012E+3	3,5202E+3	3,54012E+3	4,97147E+1	4,97147E+1	4,45399E+1	4
2007	3,57823E+3	3,57823E+3	3,55314E+3	3,57823E+3	4,97682E+1	4,97682E+1	4,37696E+1	4
2008	3,6164E+3	3,6164E+3	3,58531E+3	3,6164E+3	4,98481E+1	4,98481E+1	4,30213E+1	4
2009	3,65465E+3	3,65465E+3	3,61673E+3	3,65465E+3	4,97592E+1	4,97592E+1	4,2197E+1	4

Emissionen und Reststoffe

Das Ergebnisfenster für die Emissionen und Reststoffe zeigt jeweils die Summe für die einzelnen Szenarien entsprechend dem eingestellten Betrachtungshorizont⁴⁷.

Abbildung 33: Emissionen und Reststoffe

Jahr	SO2	NOx	Staub	CO2	CH4	CO
1995	2,61005E+5	2,1957E+5	3,38029E+4	2,08921E+8	4,18254E+5	1,16822E+
1996	2,51923E+5	2,21401E+5	3,31373E+4	2,08902E+8	4,10654E+5	1,12913E+
1997	2,42487E+5	2,19859E+5	3,2136E+4	2,07901E+8	4,02429E+5	1,08736E+
1998	2,33165E+5	2,18215E+5	3,11408E+4	2,06881E+8	3,9425E+5	1,04598E+
1999	2,24004E+5	2,1676E+5	3,01777E+4	2,05946E+8	3,8623E+5	1,00549E+
2000	2,14959E+5	2,15184E+5	2,92168E+4	2,04977E+8	3,78262E+5	9,652E+5
2001	2,05653E+5	2,12583E+5	2,8163E+4	2,03572E+8	3,69712E+5	9,22925E+
2002	1,967E+5	2,11237E+5	2,72411E+4	2,02637E+8	3,61732E+5	8,8356E+5

Detailanalyse Emissionen

Um für jeden beteiligten Prozeß die Emissionen anzuzeigen, wählt man die Detailanalyse Emissionen. Hier werden für die Prozesse aus der Angebotsebene und die Heizungen bzw. Transportsysteme jeweils für das eingestellte Jahr und den gewählten Umweltaspekt die Emissionen in jedem Szenario angezeigt. In der 6. Spalte wird angezeigt, ob sich der jeweilige Prozeß im oder außerhalb des Betrachtungshorizontes befindet.

Die indirekten und die kumulierten Emissionen werden erst bei der Anzeige berechnet, so daß es insbesondere auf langsamen Rechnern zu Verzögerungen kommen kann.

In den ersten drei Ergebniszeilen werden die Summen aller Prozesse, Heizungen und Transportsysteme angezeigt. In der vierten Zeile nur die Teilsumme der jeweiligen Auswahl⁴⁸.

⁴⁷ siehe Gruppierung

⁴⁸ Prozesse, Heizungen oder Transportsysteme

Abbildung 34: Detailanalyse Emissionen

Prozeß	REF	EFF	SUB	UBA	Hor.
im Betrachtungshorizont	2,08902E+8	2,09692E+8	2,09257E+8	2,08902E+8	<input checked="" type="checkbox"/>
außerhalb Betrachtungshorizont	6,51168E+6	6,84265E+6	6,87368E+6	6,51168E+6	<input type="checkbox"/>
Summe	2,15413E+8	2,16535E+8	2,16131E+8	2,15413E+8	<input type="checkbox"/>
Summe Prozesse	7,54761E+7	7,92492E+7	7,88603E+7	7,54761E+7	<input type="checkbox"/>
Aluminium-Alu-Prod-D	2,40852E+4	2,94955E+4	3,46399E+4	2,40852E+4	<input checked="" type="checkbox"/>
Aluminium-Anoden-C	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Aluminium-Import	5,62884E+5	7,08603E+5	8,32195E+5	5,62884E+5	<input type="checkbox"/>
Aluminium-Mixer	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Aluminium-Produkt	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Aluminium-Tonerde-D	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Aluminium-Tonerde-Energie	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Außenwand-OG-Dämmung-mix	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Außenwand-UG-Dämmung-mix	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>
Raumbauherstellung	0	0	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>

Emissionen nach Gruppierung

Im Ergebnisfenster Emissionen nach Gruppierung werden für ein gewähltes Szenario und ein Jahr die Emissionen angezeigt. Außerdem läßt sich einstellen, ob die direkten, die indirekten oder die Summe der Emissionen angezeigt wird. Es ist zu beachten, daß es bei der Anzeige von indirekten und Summenwerten zu Mehrfachzählung kommen kann.

Abbildung 35: Emissionen nach Gruppierung

Gruppierung	SO2	NOx	Staub	CO2	CH4	CO
Bearb. v. Holz	0	0	1,343E+1	0	0	0
Bergbau ohne Energie	0	0	0	0	0	0
Chemie	1,33E+3	6,958E+3	3,581E+2	2,418E+6	1,054E+3	2,865E+3
Eisen und Stahl	1,81E+3	2,63E+3	3,709E+3	2,974E+6	1,071E+2	5,082E+4
Elektrizität und Energie	2,867E+4	5,652E+4	4,76E+3	4,215E+7	3,618E+5	2,512E+4
Forstwirtschaft	1,125E+1	7,239E+2	6,033E+1	5,58E+4	2,316	1,569E+2
Glas	2,966E+3	6,256E+3	1,092E+3	9,57E+5	2,511E+2	2,027E+4
Haushalte	2,003E+5	8,151E+4	1,981E+4	1,371E+8	3,539E+4	8,965E+5
Hoch- und Tiefbau	0	0	0	0	0	0
Import	3,976E+4	3,822E+4	7,071E+3	6,535E+6	1,603E+5	1,572E+4
Kunststoffe	0	0	0	0	0	0
NE-Metalle	1,686E+2	0	2,293E+1	2,361E+4	0	1,855E+3
sonstige Deutschland	0	0	0	0	0	0
Steine und Erden	6,587E+3	4,258E+4	1,291E+3	2,024E+7	3,786E+3	8,331E+4

Emissionen pro Gruppierung und Jahr

Diese Art der Gruppierung zeigt die Emissionen der Szenarien über die Zeit. Der Umweltaspekt und die Gruppierung können gewählt werden.

Abbildung 36: Emissionen pro Gruppierung und Jahr

Screenshot of the 'Emissionen pro Gruppierung nach Jahr' window. The window title is 'Emissionen pro Gruppierung nach Jahr'. It features a dropdown menu for 'Schadstoff' set to 'SO2' and another for 'Gruppierung' set to 'Elektrizität und Energie'. Below these are radio buttons for 'Bereich' with 'direkt' selected, and 'indirekt' and 'Summe' unselected. To the right of the radio buttons is the text 'Angaben in t/a'. The main part of the window is a table with the following data:

Jahr	REF	EFF	SUB	UBA
1995	2,901E+4	2,901E+4	2,901E+4	2,901E+4
1996	2,897E+4	2,9E+4	2,945E+4	2,897E+4
1997	2,867E+4	2,765E+4	2,81E+4	2,867E+4
1998	2,837E+4	2,634E+4	2,679E+4	2,837E+4
1999	2,808E+4	2,51E+4	2,554E+4	2,808E+4
2000	2,78E+4	2,39E+4	2,426E+4	2,78E+4
2001	2,747E+4	2,27E+4	2,304E+4	2,747E+4
2002	2,72E+4	2,16E+4	2,187E+4	2,72E+4
2003	2,694E+4	2,054E+4	2,073E+4	2,694E+4
2004	2,66E+4	1,945E+4	1,966E+4	2,66E+4
2005	2,622E+4	1,837E+4	1,858E+4	2,622E+4
2006	2,585E+4	1,738E+4	1,753E+4	2,585E+4

Umsatz

Das Ergebnisfenster Umsatz zeigt für

- die Prozesse,
- die Heizanlagen,
- die Transportsysteme und
- die Ressourcen

jeweiligen nachgefragten Menge an. Zusätzlich wird eine Kurzbeschreibung des in der linken Spalte selektierten Elements im Fenster rechts oben angezeigt.

Abbildung 37: Umsatz Prozesse

Stoffumwandlung					
Angaben in kg/a					
Jahr	REF	EFF	SUB	UBA	
1995	2,33581E+9	2,33581E+9	2,33581E+9	2,33581E+9	
1996	2,34313E+9	2,57922E+9	3,08895E+9	2,34313E+9	
1997	2,35029E+9	2,57866E+9	3,09361E+9	2,35029E+9	
1998	2,35668E+9	2,57733E+9	3,09761E+9	2,35668E+9	
1999	2,36541E+9	2,57838E+9	3,10412E+9	2,36541E+9	
2000	2,38055E+9	2,59069E+9	3,13514E+9	2,38055E+9	
2001	2,38075E+9	2,58862E+9	3,15504E+9	2,38075E+9	
2002	2,39434E+9	2,60017E+9	3,17676E+9	2,39434E+9	
2003	2,40952E+9	2,61353E+9	3,19384E+9	2,40952E+9	
2004	2,40659E+9	2,60846E+9	3,2165E+9	2,40659E+9	
2005	2,3853E+9	2,5846E+9	3,2166E+9	2,3853E+9	
2006	2,37652E+9	2,57322E+9	3,20207E+9	2,37652E+9	
2007	2,37027E+9	2,56449E+9	3,18399E+9	2,37027E+9	
2008	2,36417E+9	2,55597E+9	3,16387E+9	2,36417E+9	

Um die Nachfrage bei dem selektierten Element zu bestimmen, muß im Tabellenteil für das gewünschte Jahr und Szenario die rechte Maustaste gedrückt werden. Es öffnet sich dann ein Beschreibungsfenster der folgenden Form:

Abbildung 38: Umsatz, Nachfrageanalyse

Nachfrage bei Prozeß Bauholz-Kantholz Jahr 1995 Szenario = REF

Der Umsatz von 2,33581E+09 kg wird verursacht von:

Andere Prozesse:	
Bauholz-Kanteln	3,10354E+08 kg * 1,00000E+00 [] = 3,10354E+08
Baustoffe-Verpackung	2,93723E+10 kg * 2,60000E-04 [] = 7,63679E+06
Zwischensumme andere Prozesse	3,17991E+08 kg
Heisanlage:	
Zwischensumme Heisanlagen	0,00000E+00 TJ
Transportsysteme:	
Zwischensumme Transporte	0,00000E+00 TJ
Bauelemente:	
Zwischensumme Bauelemente	0,00000E+00 m²/a
Baustoffe:	
Holz-Kantholz	2,01781E+09 kg/a
Zwischensumme Baustoffe	2,01781E+09 kg
Summe:	
	2,33581E+09

Grafik

Für die gerechneten Emissionen kann eine Grafik erstellt werden. Die Zeit wird auf der X-Achse dargestellt. Die Mengen werden auf der Y-Achse dargestellt.

Man kann die Emission, den Betrachtungshorizont und das Szenario auswählen. Die Auswahl von der kombinierten Summe und alle Szenarien sind gegeneinander verriegelt.

Abbildung 39: Auswahl Grafik

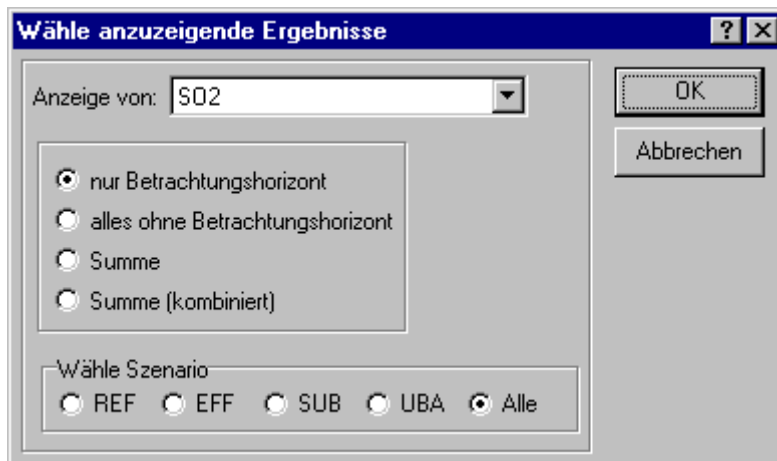
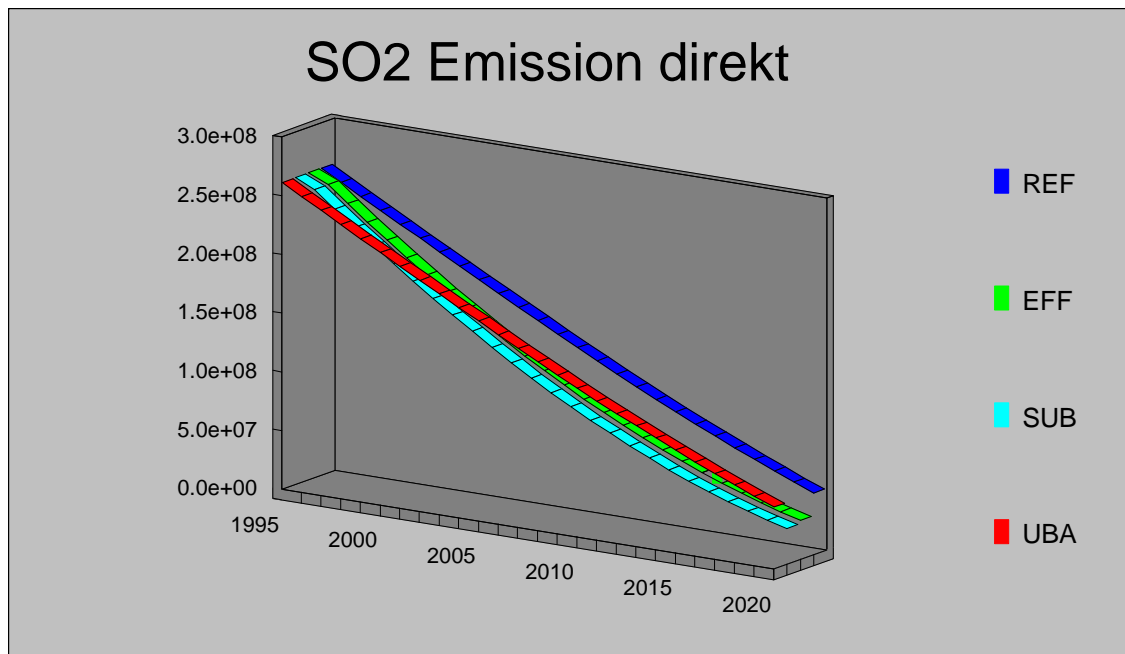
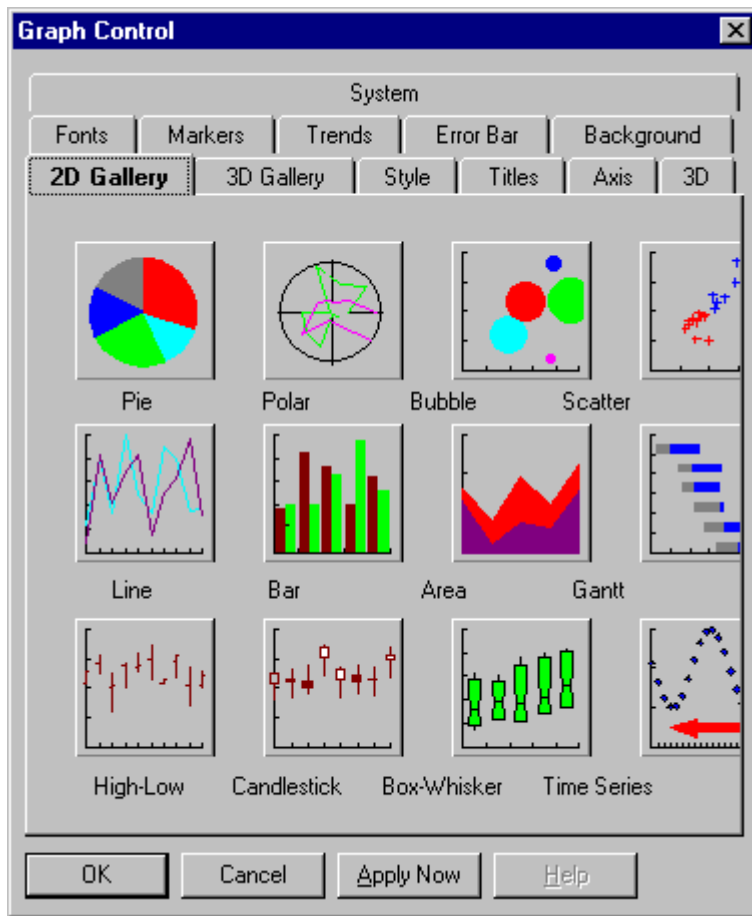


Abbildung 40: Grafik



Durch klicken der rechten Maustaste erhält man ein Fenster, mit dem man weitere Eigenschaften der Grafik ändern kann.

Abbildung 41: Änderungen der Grafikanzeige



Bauschutttaufkommen

Die Anzeige des Bauschutttaufkommens rundet die Auswertung ab. Man kann nach Szenario und Bauelementen/Baustoffen differenziert sich für jedes Jahr die Ergebnisse anzeigen lassen. Es ist zu beachten, das in der Summenzeile zusätzlich die prozeßbedingen Bauschuttemissionen subsumiert sind.

Abbildung 42: Bauschutttaufkommen nach Bauelementen

The 'Bauschutttaufkommen' window displays a table of construction waste data for the year 1999. The table has five columns: Bauelement, Abriß, Instandhaltung, Umbau, and Summe. The data is as follows:

Bauelement	Abriß	Instandhaltung	Umbau	Summe
Summe	5,95415E+9	2,35912E+10	0	2,95453E+10
AW-OG-Dämmung-tech	0	0	0	0
AW-OG-Dämmung-wirt.	1,65137E+6	0	0	1,65137E+6
AW-OG-Holz-NEH	0	0	0	0
AW-OG-KSS-NEH	0	0	0	0
AW-OG-KSS-Passiv	0	0	0	0

Abbildung 43: Bauschutttaufkommen nach Baustoffen

Baustoff	Abriß	Instandhaltung	Umbau	Summe
Summe	5,95415E+9	2,35912E+10	0	2,95453E+10
Alu-Blech	9,39206E+4	2,72018E+6	0	2,8141E+6
Außenwand-OG-Dämmstoffmix	1,70985E+5	0	0	1,70985E+5
Außenwand-UG-Dämmstoff-mi	0	0	0	0
B-Mauerstein-1,2	1,50288E+8	4,14718E+8	0	5,65007E+8
B-Mauerstein-EFH-0.7	3,00754E+6	1,30797E+8	0	1,33804E+8

Extras

Unter Extras lassen sich verschiedene Anzeige und Auswertungsoptionen einstellen.

Optionen

Hier kann die Buttonleiste abgeschaltet werden (sinnvoll bei kleinen Monitorauflösungen).

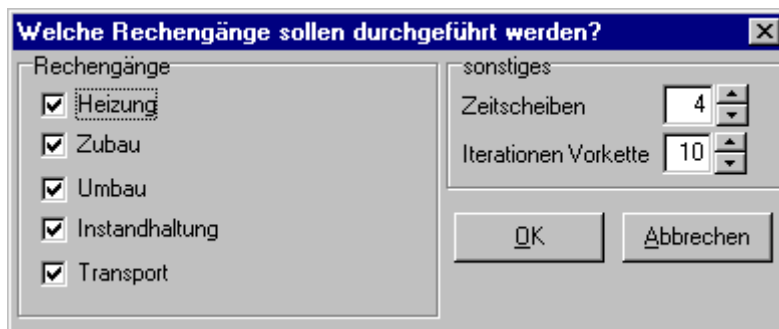
Abbildung 44: Einstellung der Optionen



Rechengang

Für Debuggingzwecke lassen sich einzelne Rechenschritte abschalten

Abbildung 45: Abschaltung einzelnen Rechengänge



Um alle Berechnungen durchzuführen, müssen alle Kästchen angekreuzt sein und die Zahl der Zeitscheiben auf 25 eingestellt sein. Die Zahl 'Iterationen Vorkette' bestimmt die maximal mögliche Länge der Prozeßkette auf der Bereitstellungsseite. Da das Stoffstrom-Modell keine Schleifen in der Vorkette rechnen kann, führt es zu einer Fehlermeldung, wenn die Vorkette über mehr als die eingestellte Zahl von Prozessen gerechnet werden muß.

Übertragen

Um szenarienabhängige Daten zu kopieren, steht folgendes Eingabefenster zur Verfügung. In der ausgelieferten Programmversion kann nur auf das UBA-Szenario kopiert werden.

Abbildung 46: Kopieren von Szenarien



A-5.5 Rechengrundlagen

Definitionen

Datentypen

j = Jahr, Startjahr 1995 letztes Jahr = 2020

s = Szenario, entweder Referenz, Effizienz, Struktur- und Bewußtseinswandel, UBA (nutzerdefiniertes Szenario)

Zeitreihe ist ein Feld von Zahlen mit dem Index Jahr

Szenarienreihe ist ein zweidimensionales Feld von Zahlen mit den Indizes Jahr und Szenario

Emission (eigentlich stofflicher Umweltaspekt) ist entweder SO₂, NO_x, Staub, CO₂, CH₄, CO, NMVOC, N₂O, R11, R12, R22, R141b, R142b, CCl₄, R134a, SF₆, CF₄, C₂F₆, Abraum, Produktionsabfall, Aushub, Bauabfall, Bauschutt.

Bauelementtyp ist entweder Gründung, Fundament, Außenwand-Obergeschoß, Außenwand-Kellergeschoß, Fenster, Innenwand, Innentür, Decke, Dach-Hauptgebäude, Dach-Nebengebäude, Dämmung-Außenwand, Dämmung-Kellerwand, Dämmung-Dach, Dämmung-Decke

Qualitätsindikator ist entweder vorläufig, einfache Schätzung, mittel, gut, sehr gut.

Prozeßtyp ist entweder Stoffwandler, Energiewandler, Stoffextraktor, Energieextraktor, Stoffmixer, Energiemixer

Objektdefinitionen

Das Objekt **Baustoff** hat folgende Eigenschaften:

- Referenz1, Referenz2 (Verweis auf ein Objekt vom Typ Referenz)
- Lieferant (Verweis auf ein Objekt vom Typ Prozeß)
- Szenarienreihe Umsatz (gerechnet)

Das Objekt **Bauelement** hat folgende Eigenschaften

- Referenz1, Referenz2 (Verweis auf ein Objekt vom Typ Referenz)
- Bauelementtyp
- Lebensdauer (in Jahren) Bei Sonderfall 0 Jahre wird keine Instandhaltung angenommen.
- Konstrukteur (Verweis auf ein Objekt vom Typ Prozeß, Prozeßtyp Assemblierer)
- Instandhalter (Verweis auf ein Objekt vom Typ Prozeß, Prozeßtyp Assemblierer)
- Zusammensetzung, Liste aus Tupeln der Art [Baustoff, Menge für Erstherstellung, Menge für Instandhaltung] (Die Mengengaben beziehen sich auf kg/m² des Bauelements).
- Szenarienreihe Menge (gerechnet)
- Szenarienreihe Zubau (gerechnet)
- Szenarienreihe Instandhaltung (gerechnet)
- Szenarienreihe Abriß (gerechnet)

Das Objekt **Haustyp** hat folgende Eigenschaften

- Bestand im Ausgangsjahr (1995)
- Wohnfläche in m² (Wohnfläche je Haus)
- Wohneinheiten (Zahl der Wohneinheiten pro Haus)
- Flächen: Liste mit Flächenangaben für jeden Bauelementtyp
- Bebaute Fläche
- Baugrundstück
- Bestandteile, offene Liste mit Tupeln der Art [Bauelement, Anteil], wobei der Anteil eine Szenarienreihe ist.
- Szenarienreihe Heizwärmebedarf in TJ/a
- Szenarienreihen Heizungsanteile (1 bis 15) (Anteil 1 = 100%)
- Szenarienreihe Warmwasserbedarf in TJ/a
- Szenarienreihen Warmwassererzeugeranteile (1 bis 10) (Anteil 1 = 100%)
- Szenarienreihe Zubau
- Szenarienreihe Abriß
- Szenarienreihe Umnutzung
- Szenarienreihe Anzahl (gerechnet)

Das Objekt **Prozeß** hat folgende Eigenschaften:

- Prozeßtyp
- Gruppierung (Verweis auf Objekt vom Typ Gruppierung)
- Qualitätsindikator
- Inputs (1..6) Verweis auf anderen Prozeß. Eigenschaft ist nicht vorhanden bei Prozeßtypen Extraktoren
- Inputmenge (1 .. 6) Angaben sind in TJ/TJ bzw. kg/TJ bei energieliefernden Prozessen, TJ/kg bzw. kg/kg bei stoffliefernden Prozessen und TJ/m² bzw kg/m² bei Assemblierern. Eigenschaft ist nicht vorhanden bei Prozeßtypen Mixer
- Transport Liste (1 .. 2) von Tupeln der Art [Transportsystem, Entfernung] Eigenschaft ist nicht vorhanden bei Prozeßtypen Mixer
- Emissionsfaktor Feld mit Werten je Emission, Angaben in kg/TJ, kg/kg bzw. kg/m².
- Dispatchfaktor (1 .. 6) Szenarienreihe
- Ressourceneinsatz offene Liste mit Tupeln der Art [Ressource, Menge] Angaben sind in TJ/TJ bzw. kg/TJ bei energieliefernden Ressourcen, TJ/kg bzw. kg/kg bei stoffliefernden Ressourcen. Eigenschaft ist nur bei Extraktoren vorhanden.
- Szenarienreihe Umsatz (gerechnet)

Das Objekt **Heizung/Warmwasser** hat folgende Eigenschaften

- Energielieferant (Verweis auf energieliefernden Prozeß)
- Stromlieferant (Verweis auf energieliefernden Prozeß)
- Lebensdauer (wird nicht weiter verwendet)
- Qualitätsindikator
- Zeitreihe Wirkungsgrad (Eingabe in TJ/TJ)
- Zeitreihe Strombedarf (Eingabe in TJ/TJ)
- Zeitreihen Emissionsfaktoren für jede Emissionsart
- Szenarienreihe Umsatz (gerechnet)

Das Objekt hat **Transportsystem** folgende Eigenschaften

- Qualitätsindikator
- Zeitreihe Energiebedarf (Eingabe in MJ/t.km)
- Zeitreihen Emissionsfaktoren für jede Emissionsart
- Szenarienreihe Umsatz (gerechnet)

Das Objekt **Ressource** hat folgende Eigenschaft

- Energielieferant (wahr/falsch)
- Szenarienreihe Nachfrage (gerechnet)

Das Objekt **Gruppierung** hat folgende Eigenschaft

- Interesse (wahr/falsch)
- Direkte Emissionen (gerechnet)
- Indirekte Emissionen (gerechnet)
- Summe Emissionen (gerechnet)

Listendefinitionen

Listeneigenschaften Häuser = Liste aus Haustypen

- Szenarienreihen Fläche für jeden Bauelementtyp
- Szenarienreihe Bebaute Fläche
- Szenarienreihe Baugrund

In den folgenden Formeln bedeutet Bauelement.Lebensdauer die Eigenschaft Lebensdauer des Objektes Bauelement.

Berechnung der Bedarfsseite

Die Berechnung der Bedarfsseite wird in mehreren Schritten durchgeführt.

Bestimmung der Zahl der Häuser

Haustyp.Anzahl (s, j + 1) = Haustyp.Anzahl (s, j) + Haustyp.Zubau (s, j) - Haustyp.Abriß (s, j) - Haustyp.Umnutzung (s, j)

Haustyp.Anzahl (s, 1995) = Haustyp.Bestand

Bestimmung der Flächen

Häuser.Fläche (s, j, Bauelementtyp) = Summe aller Häuser {Haustyp.Anzahl (s, j) * Haustyp.Fläche (Bauelementtyp)}

Häuser.Bebaute Fläche (s, j) = Summe aller {Häuser (j) * Haustyp.Bebaute Fläche}

Häuser.Baugrund (s, j) = Summe aller {Häuser (j) * Haustyp.Fläche Baugrund}

Bestimmung des Bauelementbedarfs

Bauelement.Menge (s, j) = Summe über alle Häuser {Anzahl (s, j, Bauelement) * Fläche (Bauelementtyp)}

Bauelement.Abriß (j, Haustyp) = Summe über alle Häuser {Haustyp.Abriß (s, j) * Fläche (Bauelementtyp)}

Bauelement.Zubau (s, j, Bauelement) = Summe über alle Häuser {Zubaufäche (j, Haustyp, Bauelementtyp) * Anteil (Bauelement) }

Bauelement.Instandhaltung (s, j) = Summe über alle Häuser {Fläche (j, Bauelementtyp) * Anteil (Bauelement) / Bauelement.Lebensdauer}, wobei nur die Häuser berücksichtigt werden, deren Bestand im Startjahr ≤ 0 ist oder deren Alter größer als die Lebensdauer des zu berechnenden Bauelementes ist.

Bestimmung des Baustoffbedarfs

Baustoff.Menge (s, j) = Summe über alle Bauelemente {Zubau Bauelement (s, j) * Bauelement.Menge für Erstherstellung} + Summe über alle Bauelemente { Instandhaltung Bauelement (s, j) * Bauelement.Menge für Instandhaltung }

Bestimmung des Heizenergiebedarfs

Heizenergiebedarf (s, j) = Summe über alle Haustypen {Häuser (s, j) * Heizwärmebedarf (j) * Heizungsanteil (s, j)}

Berechnung der Angebotsseite

Die Schnittstelle zwischen Nachfrage und Angebotsseite ergibt sich bei den Bauelementen und den Heizungssystemen.

Bestimmung des Transportdienstleistung

Transport.Umsatz (s, j) = Summe über alle Prozesse {Prozeßumsatz (s, j) * Transportentfernung * spezifisches Gewicht}

Wobei das spezifische Gewicht = 1 für materialliefernde Prozesse ist und 1/27 kg/MJ für energieliefernde Prozesse ist. Nicht anzuwenden bei Mixern

Bestimmung des Prozeßumsatzes

Prozess.Umsatz = Nachfrage durch andere Prozesse + Nachfrage durch Baustoffbedarf + Nachfrage durch Transportbedarf + Nachfrage durch Heizanlagenbedarf

Nachfrage durch Baustoffbedarf = Baustoff.Menge (s, j)

Nachfrage durch Transportbedarf = Transport.Umsatz (s, j) * Transport.Energiebedarf (j)

Nachfrage durch Heizanlagenbedarf = Heizanlage.Umsatz (s, j) * Heizanlage.Energiebedarf (j) + Heizanlage.Umsatz (s, j) * Heizanlage.Strombedarf (j)

Nachfrage durch andere Prozesse = Nachfrage durch Wandler oder Nachfrage durch Mixer

Nachfrage durch Mixer = Summe über alle Prozesse [nur Mixer] {Umsatz (s, j) * Dispatchfaktor (i, s, j)}; i = 1..6

Nachfrage durch Wandler = Summe über alle Prozesse [nur Wandler] {Umsatz (s, j) * Inputmenge (i)}; i = 1..6

Berechnung der Umwelteffekte

Bestimmung der Schadstoffmengen und Reststoffe

Emission (Emissionstyp) =
 Summe über alle Prozesse [nur Wandler] {Prozeß.Umsatz (s, j) * Emissionsfaktor (Emissionstyp)}
 + Summe über alle Transportsysteme {Transport.Umsatz (s, j) * Emissionsfaktor (Emissionstyp)}
 + Summe über alle Heizanlagen {Heizanlage.Umsatz (s, j) * Emissionsfaktor (Emissionstyp)}

Bestimmung des Bauschutts

Zusätzlich wird zu den Bauschuttmengen die durch Abriß anfallenden Menge addiert.

Bauschutt (s, j) = Emission (Bauschutt, s, j) + Summe über alle Bauelemente {Bauelement.Abriß}

Zurechnung der Umwelteffekte

Zurechnung zu verschiedenen Gruppierungen

Entsprechend der Zuordnung der Prozesse zu einzelnen Gruppierungen können Teilsummen der Emissionen berechnet werden.

Emission (Gruppierung, Emissionstyp) =
 Summe über alle Prozesse [nur Wandler, nur gleiche Gruppierung] {Prozeß.Umsatz (s, j) * Emissionsfaktor (Emissionstyp)}
 + Summe über alle Transportsysteme [nur gleiche Gruppierung] {Transport.Umsatz (s, j) * Emissionsfaktor (Emissionstyp)}
 + Summe über alle Heizanlagen [nur gleiche Gruppierung] {Heizanlage.Umsatz (s, j) * Emissionsfaktor (Emissionstyp)}

Zurechnung zu 'ist von Interesse'

Ist von Interesse entspricht allen Gruppierungen, bei den Interesse = wahr ist.

Bestimmung der direkten und indirekten Umwelteffekte

Während für jeden Prozeß (nur Wandler), jede Heizanlage und jedes Transportsystem sich die direkten Emissionen aus dem Umsatz * dem Emissionsfaktor ergeben, können zusätzlich noch 'vorgelagerte' Emissionen dieser Objekte berechnet werden.

Es werden folgende andere Emissionen definiert:

- Indirekte Emissionen,
- Vorleistungen und
- Kumulierte Emissionen.

Indirekte Emissionen sind die Kumulierten Emissionen der vorgelagerten Prozesse, die nicht zur gleichen Gruppierung gehören wie der Prozeß, für den die indirekten Emissionen berechnet werden sollen.

Vorleistungen sind die Kumulierten Emissionen aller vorgelagerten Prozesse.

Kumulierte Emissionen sind die Direkten Emissionen plus die Vorleistungen.

Prozeß.Indirekte Emission = Summe über alle Prozeßinputs {Inputmenge * Input.Kumulierte Emission}; unter der Bedingung, daß Prozeß.Gruppierung <> Input.Gruppierung ist.

Prozeß.Vorleistung = Summe über alle Prozeßinputs {Inputmenge * Input.Kumulierte Emission} + Summe über alle Transportinputs {Transport.Kumuliert * Transportentfernung * Prozeß.Spezifisches Gewicht}

Prozeß.Kumulierte Emission = Prozeß.Direkte Emission + Prozeß.Vorleistung

Analog gilt für Heizungs- und Transportsysteme:

Heizung.Vorleistung = Energiebedarf *Energilieferant.Kumulierte Emission} + Strombedarf *Stromlieferant.Kumulierte Emission

Transport.Vorleistung = Energiebedarf *Energilieferant.Kumulierte Emission}

Die **Emissionen für die Gruppierungen** berechnen sich als Emissionssumme aller Prozesse, die zu dieser Gruppierung gehören.

Gruppierung.Direkte Emissionen (s, j, Emissionstyp) = Summe über alle Prozesse {Prozeß.Emission (s, j, Emissionstyp)} ; für alle Prozesse.Gruppierung = Gruppierung

Gruppierung.Indirekte Emissionen (s, j, Emissionstyp) = Summe über alle Prozesse {Prozeß.Indirekte Emission (s, j, Emissionstyp)}; für alle Prozesse.Gruppierung = Gruppierung

Gruppierung.Summe Emissionen (s, j, Emissionstyp) = Gruppierung.Direkte Emissionen (s, j, Emissionstyp) + Gruppierung.Indirekte Emissionen (s, j, Emissionstyp)

Anhang 6: Abkürzungsverzeichnis

ABL	Alte Bundesländer
AKW	Atomkraftwerk
AL	Algerien
AUS	Australien
AWP	Absorptions-Wärmepumpe
B	Gebäude des Bestandes 1995, z.B. B-EFH-I-ABL
BASiS	<u>B</u> edarfsorientiertes <u>A</u> nalysewerkzeug für <u>S</u> toffströme in <u>S</u> zenarien
BDM	Bundesverband Deutsche Mörtelindustrie
BF	Bebaute Fläche
BfLR	Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn
BGF	Bruttogrundfläche: umfaßt alle Flächen eines Hauses incl. der Konstruktionsfläche
BHKW	Block-Heizkraftwerk
BMBau	Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn
BMBF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (sog. Zukunftsministerium), Bonn
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
BRD	Bundesrepublik Deutschland
BrK	Braunkohle
BSZ	Brennstoffzelle
BTU	British Thermal Unit
BUWAL	Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern/Schweiz
<p>Bruttowohnbauland: Bezeichnung für die gesamte vom Wohnbau betroffene Fläche. Zu ihr gehören neben den Grundstücksflächen (Nettowohnbauland: NWBL) auch die Flächen zur inneren Erschließung der Grundstücke (Verkehrsfläche), die Grünflächen und die Flächen für die Folge- und die Versorgungseinrichtungen.</p>	
C	Kohlenstoff
CAN	Kanada
CH ₄	Methan
C _n H _m	Kohlenwasserstoffe
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
DB	Deutsche Bahn AG (ehemals Bundesbahn)

DDR	Deutsche Demokratische Republik (jetzt neue Bundesländer)
DeNO _x	Entstickung
DGMK	Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle
DHH:	Doppelhaushälfte
DIN:	Deutsches Institut für Normung
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLR	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt
DOE	Department of Energy
DWSF	Druckwirbelschichtfeuerung
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EFF:	Abkürzung für das <i>Szenario</i> „Effizienzsteigerung“, das die Wirkungen verbesserter Heizsysteme und erhöhten Wärmeschutzes (Nachfrageseite) sowie energieeffizienterer Stoffbereitstellung (Angebotsseite) abbildet.
EFH:	Ein-Familienhaus
EK	Entnahme-Kondensation (-Turbine)
el	elektrisch
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EWP	Elektro-Wärmepumpe
FF	Funktionsfläche
FBG	Fläche des Baugrundstücks
FCKW	Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe
Fe	Eisen
FEFH	freistehendes Einfamilienhaus
FKW	Teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe, bei denen der Chloranteil substituiert wurde
g	Gramm
GD	Gegendruck (-Turbine)
GDI	Gesamtverband Dämmstoffherstellender Industrie (Fachverband)
GEMIS	„ <u>G</u> esamt- <u>E</u> missions- <u>M</u> odell <u>I</u> ntegrierter <u>S</u> ysteme“, Computermodell und Datenbasis des Öko-Instituts für Energie-, Stoff- und Transportsysteme
Gew.%	Gewichts-Prozent
GFAVO	Großfeuerungsanlagen-Verordnung (13.BImSchVO)
GH ₂	gasförmiger Wasserstoff
GhK	Gesamthochschule Kassel

G-Kat	geregelter Katalysator
GMH	großes Mehrfamilienhaus
GT	Gasturbine
GuD	Gas- und Dampfturbine
GUS	Gemeinschaft Unabhängiger Staaten
GWh	GigaWatt-Stunde(n)
H o. H ₂	Wasserstoff
h	Stunde(n)
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
ha	Hektar
HCl	Chlorwasserstoff
HF	Fluorwasserstoff
HG	Hauptgebäude
HH	Hochhaus, z.B. B-HH-NBL
HH-KV	Haushalte und Kleinverbrauch
HHS	Holz-Hackschnitzel
HKW	Heizkraftwerk
HNF	Hauptnutzfläche (hier. Wohnfläche)
H _o	Brennwert (oberer Heizwert)
H _u	(unterer) Heizwert
Hzg	Heizung
IAEA	Internationale Atomenergie-Agentur (der UN)
IEA	Internationale Energie-Agentur (der OECD)
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung
ifib	Institut für Industrielle Bauproduktion, Universität Karlsruhe
IKARUS	„Instrumente für Klimagas-Reduktions-Strategien“, Forschungsprojekt des BMBF
IN	Abkürzung für Industrie in GEMIS
IND	Abkürzung für Industrie in GEMIS
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISI	Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
IVK	integrierte Vergasung von Kohle
IWU	Institut Wohnen und Umwelt (Darmstadt)
k	kilo (= 1000)
kg	KiloGramm

KMH	kleine Mehrfamilienhäuser
KSS	Kalksandstein
kV	KiloVolt
kW	KiloWatt
KW	Abkürzung für Kraftwerk in GEMIS
kWh	KiloWatt-Stunde(n)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
Lkw	Lastkraftwagen
m ²	Quadratmeter
Mio.	Million(en)
MFH	Mehrfamilienhaus, z.B. 13+x MFH: Mehrfamilienhaus mit 13 oder mehr Wohneinheiten
MJ	Mega Joule (10 ⁶ Joule)
MVA	Müll-Verbrennungsanlage
MW	MegaWatt
MWh	MegaWattStunde(n)
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NBL	Neue Bundesländer
NEH	„Niedrig-Energie-Haus“, Bezeichnung für einen Haustyp, der in der Gebäudeklasse 1-2-FH einen Nutzwärmebedarf von 30-50 kWh/m ² *a aufweist.
NG	Nebengebäude
NL	Niederlande
NMVOC	non-methane volative organic compounds (Flüchtige Kohlenwasserstoffe ohne Methan)
NNF	Nebennutzfläche (Kellerraum etc.)
NOR	Norwegen
NO _x	Stickoxide
NWBL	Nettowohnbauland, Bezeichnung für die Grundstücksflächen, die von einer Wohnbebauung direkt betroffen sind (vgl. auch <i>Bruttowohnbauland</i>)
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OG	Abkürzung für Obergeschoß, hier: oberhalb Grasnarbe
ÖKO	Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)
Öl-EL	leichtes Heizöl
Öl-S	schweres Heizöl

OPEC	Organization of Petrol Exporting Countries
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
OxKat	Oxidations-Katalysator
P	Phosphor
PC	Personal Computer
PE	Polyethylen
PH	Passivhaus, d.h. ein Gebäude, das gegenüber <i>NEH</i> durch verbesserten Wärmeschutz und passiv-solare Bauweise einen weiter reduzierten Nutzwärmebedarf von ca. 10-20 kWh/m ² *a aufweist.
P*km	Personen-Kilometer
Pkw	Personenkraftwagen
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PV	Photovoltaik
PVC	Polyvinylchlorid
REA	Rauchgas-Entschwefelungs-Anlage
REF	Abkürzung des <i>Szenarios</i> Referenz in diesem Forschungsprojekt, mit dem eine eingriffslose Trend-Fortschreibung beschrieben wird
RH	Reihenhaus
RHH	Reihenhaus (IWU-Systematik), z.B. B-RHH-IV-ABL
S	Schwefel
SCR	selektive katalytische Reduktion (DeNO _x -Verfahren)
SIA	Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein
SO ₂	Schwefeldioxid
StBA	Statistisches Bundesamt
StK	Steinkohle
SuB	Abkürzung des <i>Szenarios</i> Struktur- und Bewußtseinswandel in diesem Forschungsprojekt, bei dem zusätzlich zu den Annahmen im <i>EFF</i> -Szenario auch das Konsumentenverhalten als veränderbarer <i>Einflußfaktor</i> aufgefaßt wird (z.B. Senkung des Flächenbedarfs je Wohnung)
t*km	Tonnen-Kilometer (auch: tkm)
t	Tonne (1000 kg)
th	Abkürzung in GEMIS für „thermisch“
THG	Treibhausgase
THP	Treibhauspotential

TJ	Terajoule
TM	Trockenmasse
UBA	Umweltbundesamt, Berlin
UG	Abkürzung für Untergeschoß, hier: unterhalb Grasnarbe
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VF	Verkehrsfläche
vol.	volume (dt.: Band)
vol.%	Volumen-Prozent
WE	Wohneinheit (Wohnung)
WEC	World Energy Council (ehemals World Energy Conference)
WF	Wohnfläche
WP	Wärmepumpe
WSVO 95	Wärmeschutzverordnung 1995, Regelwerk zur Festlegung von Energiekennzahlen für Neubauten
WTO	World Trade Organization (Welthandelsorganisation)
XPS	extrudiertes Polystyrol
ZFH / 2-FH	Zweifamilienhaus