UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 298 92 303/02
UBA-FB 000543

Texte
01/04
ISSN
0722-186X

Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland

Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“

von

Matthias Buchert (Öko-Institut e.V.) (Projektleiter)
Uwe Fritsche (Öko-Institut e.V.)
Wolfgang Jenseit (Öko-Institut e.V.)
Lothar Rausch (Öko-Institut e.V.)
Clemens Deilmann (IÖR Dresden)
Georg Schiller (IÖR Dresden)
Stefan Siedentop (IÖR Dresden)
Adrian Lipkow (TU Dresden)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von 10,00 €
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 432 765-104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Wolframstraße 95-96,
12105 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: http://www.umweltbundesamt.de

Redaktion: Fachgebiet III 1.1
Mark Vallenthin

Berlin, Januar 2004

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 0 0 5 4 3	2.	3. Stoffstrom-management

4. Titel des Berichts
Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“ - Endbericht
Kurztitel: Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland

5. Autor(en), Name(n), Vorname(n)
Buchert, Matthias; Deilmann, Clemens; Fritsche, Uwe; Jenseit, Wolfgang; Lipkow, Adrian; Rausch, Lothar; Schiller, Georg; Siedentop, Stefan

8. Abschlussdatum
November 2003

9. Veröffentlichungsdatum

6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)

Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.), Binzengrün 34a, 79114 Freiburg
Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) Dresden, Weberplatz 1, 01217 Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Nürnberger Str. 31A

10. UFOPLAN-Nr.

FKZ Nr. 298 92 303/02

11. Seitenzahl
160

7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)
Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin

12. Literaturangaben
106

13. Tabellen und Diagramme
47

14. Abbildungen
48

15. Zusätzliche Angaben
Anhangband, Kurzfassung, sowie CDROM mit EDV-Modell und Datensätzen liegen getrennt vor.

16. Zusammenfassung
Im F&E-Vorhaben „Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich Öffentliche Infrastruktur“ wurde das dynamische Stoffstrommodell BASiS um den Bereich der technischen Infrastruktur der inneren Wohngebietserschließung erweitert. Der aus einem Vorgängerprojekt für das Umweltbundesamt vorliegende Prototyp des Stoffstrommodells (BASiS-1) wurde in seiner Bedienfreundlichkeit zu einer ausgereiften Softwarelösung weiterentwickelt und durch die Erweiterung des Bilanzierungsraumes in seinen Analysemöglichkeiten wesentlich erweitert.
Zur Darstellung von alternativen Entwicklungspfaden für eine nachhaltige Entwicklung im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen wurden zwei Szenarien mit einer zeitlichen Perspektive bis zum Jahr 2025 erstellt: Referenz und Nachhaltigkeit. Die zugrunde liegenden Szenarioannahmen wurden mit Akteuren des Bedürfnisfeldes in einem intensiven Kommunikationsprozess abgestimmt. Mit Hilfe der Szenarien können die Effekte einzelner Maßnahmen und Verhaltensänderungen im Hinblick auf die Reduzierung von Umweltbelastungen simuliert und quantitativ ausgewiesen werden. Die Projektergebnisse zeigen wichtige Perspektiven für eine nachhaltige Entwicklung im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen auf.

17. Schlagwörter
Nachhaltige Entwicklung, Stoffstrommanagement, Stoffstromanalyse, EDV-Modell, Stoffffluss, Bedürfnisfelder, Szenarien, Umweltziele, Umweltindikatoren, Bauen und Wohnen, Infrastruktur

18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 0 0 5 4 3	2.	3. Material Flow Management

4. Report Title
Material-flow related elements for a national concept of Sustainable Development – linking the construction and housing sector with the corresponding infrastructure – Final report

5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s)
Buchert, Matthias; Deilmann, Clemens; Fritsche, Uwe; Jenseit, Wolfgang; Lipkow, Adrian; Rausch, Lothar; Schiller, Georg; Siedentop, Stefan

6. Performing Organisation (Name, Address)
Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.), Binzengrün 34a, 79114 Freiburg
Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) Dresden, Weberplatz 1, 01217 Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Nürnberger Str. 31A

7. Funding Agency (Name, Address)
Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency)
Postfach 33 00 22, 14191 Berlin

8. Report Date
November 2003

9. Publication Date

10. UFOPLAN-Nr.
FKZ Nr. 298 92 303/02

11. No. of Pages
160

12. No. of Reference
106

13. No. of Tables, Diagrams
47

14. No. of Figures
48

15. Supplementary Notes
Appendix report, summary and CDROM including software package and data records are available separately

16. Abstract
The research project material-flow related elements for a national concept of Sustainable Development – integration of the construction and housing sector with the corresponding infrastructure resulted in an expanded and new version of the computer model BASiS. In the new BASiS-2 version the corresponding infrastructure of housing areas was added to the construction and housing sector. The former prototype computer model BASiS-1 was further developed to a comprehensive and user-friendly software tool: BASiS-2. The scopes for the analysis of material flows, airborne emissions, waste streams and land utilization were improved decisively by expanding of the system boundaries.
Two different scenarios were created to show alternative ways for sustainable development in the construction and housing sector in a long term perspective up to the year 2025: reference scenario and sustainable scenario. The detailed inputs of the scenarios were discussed intensively with experts and protagonists of the sector. The scenarios are suitable to simulate and quantify the effects of single assumptions and different trends on the environment. The results of the research project show important perspectives for sustainable development in the construction and housing sector.

17. Keywords
Sustainable development, material flow management, material flow analysis, demand orientation, software package, scenarios, material flow, environmental goals, environmental indicators, construction and housing sector, infrastructure

18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1 Projektziele und Projektüberblick 1

1.1 Zielstellung des Projektes 1

1.2 Rückblick: Bisherige Erfahrungen mit dem Stoffstrommodell BASiS-1 2

1.2.1 Prototypentwicklung und erste Anwendungen 2

1.2.2 Einsatz des Stoffstrommodells BASiS-1 für Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein 3

1.3 BASiS-2: Übersicht der Projektbausteine 5

2 Der Kommunikationsprozess im Projekt 7

2.1 Bedeutung des Kommunikationsprozesses für das Projektziel 7

2.2 Kommunikation im Begleitkreis 7

2.3 Kommunikation in den Kreativworkshops 13

2.4 Fazit des Kommunikationsprozesses 18

3 Einbindung der technischen Infrastruktur in das Stoffstrommodell 19

3.1 Entwicklung eines Dichtemodells 20

3.1.1 Zum Begriff der „Erschließung" 20

3.1.2 Einflussgrößen auf den Verkehrserschließungsaufwand 22

3.1.3 Verkehrserschließungsaufwand im Gebäudebestand 23

3.1.4 Verkehrserschließungsaufwand im Wohnungsneubau 36

3.2 Gebäudebezogene Stoffkennwerte der inneren Wohngebietserschließung (Infrastrukturmodul) 40

3.2.1 Charakteristische Straßenquerschnitte für Bebauungsleittypen 42

3.2.2 Charakteristische Netzlängen für Bebauungsleittypen 43

3.2.3 Verbrauchs- und belastungsabhängige Dimensionierung der technischen Infrastruktur 45

3.2.4 Infrastruktur-Bauelemente der Bebauungsleittypen 47

3.3 Einbindung der Infrastrukturdaten in das Stoffstrommodell BASiS 49

3.3.1 Baualtersspezifische Zuordnung der BASiS-Gebäudetypen zu Bebauungsleittypen 50
3.3.2 Raumtypenspezifische Differenzierung der BASiS-Gebäudetypen innerhalb der Bebauungsleittypen 52
3.4 Übersicht der wesentlichen methodischen Schritte..... 54

4 Das erweiterte und optimierte Stoffstrommodell: BASiS-2.0 58
4.1 Kurzbeschreibung 58
4.2 Kernfunktionen von BASiS-2 59
4.3 Änderungen gegenüber BASiS-1 60
4.3.1 Verbesserung der Bedienung des Programms durch Reduktion des Eingabeaufwandes 60
4.3.2 Berechnung des Heizwärmebedarfs 60
4.3.3 Kopplung zur Siedlungsinfrastruktur 61
4.3.4 Eingabe von nutzerdefinierten Szenarien 61
4.3.5 Memofelder 61
4.3.6 Hilfefunktion 62
4.3.7 Hardware- und Softwarevorrausetzungen 62
4.3.8 Schnittstellen mit anderen Programmen 62

5 Die Szenarien 64
5.1 Basisjahr 2000: Beschreibung der Ausgangssituation 66
5.2 Szenarioannahmen 69
5.2.1 Entwicklung des Wohnungsneubaus 70
5.2.2 Verteilung des Wohnungsneubaus auf die drei Raumtypen 72
5.2.3 Anteil der Ein- bis Zwei- und Mehrfamilienhäuser am Wohnungsneubau 74
5.2.4 Anteil der Innen- und Außenentwicklung im Wohnungsneubau 75
5.2.5 Abriss, Umwidmung und Zusammenlegung alter Wohneinheiten 79
5.2.6 Entwicklung der Passivhausbauweise im Neubau 84
5.2.7 Entwicklung der Beheizungsstruktur 86
5.2.8 Wärmetechnische Sanierung des Gebäudebestandes 89
5.2.9 Einsatz von Betonrezyklat im Hochbau 90

5.2.10 Holzbauanteil beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern 91
5.2.11 Kellerloses Bauen beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern 92
5.3 Überblick über die Szenarioannahmen 93

6 Ergebnisse der Szenarioberechnungen 96

6.1 Wohneinheiten und Wohnfläche 96
6.2 Flächeninanspruchnahme 100
6.2.1 Ergebnisse des Referenz- und des Nachhaltigkeitsszenarios 100
6.2.2 Ergebnisse der Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“ 107
6.3 Rohstoffinanspruchnahme und Reststoffe 113
6.4 Energieinanspruchnahme und Kohlendioxidemissionen 123
6.4.1 Ergebnisse des Referenz- und des Nachhaltigkeitsszenarios 123
6.4.2 Ergebnisse der Szenaretten „Heizungsmix“ und „Nachdämmung“ 128
6.5 Gesamtbewertung der Szenarioergebnisse 130

7 Impulse und Perspektiven für nachhaltiges Bauen und Wohnen durch die Projektergebnisse 137

8 Exkurs- Umweltbelastungen durch die Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur – Prüfauftrag 141

9 Literatur 146

10 Glossar 155

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1 Erschließungsbegriff im Städtebau (verändert nach Gassner, Heckenbücker, Thünker 1986, S. 8) 21
Abbildung 3.2 Funktion zur dichteabhängigen Bemessung des Verkehrserschließungsaufwandes nach Gassner, Heckenbücker, Thünker (1986, S. 49) 24
Abbildung 3.3 Funktion zur dichteabhängigen Bemessung des Verkehrserschließungsaufwandes nach Menkhoff u. a. (1979, S. 67) 24
Abbildung 3.4 Kreistypologie des BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1998) 29
Abbildung 3.5 Raumtypologie (IÖR) (Aktuelle Anteile der Siedlungs- und Verkehrsflächen in den Raumtypen in Prozent der gesamten Siedlungs- und Verkehrsflächen in Deutschland) 30
Abbildung 3.6 Entwicklungsschritte Infrastrukturmodul 41
Abbildung 3.7 Ringnetz der Trinkwasserversorgung 44
Abbildung 3.8 Verästelungsnetz der Abwasserentsorgung 44
Abbildung 3.9 Planquadrate am Beispiel MFH-Bebauung (Trinkwasser) 46
Abbildung 3.10 Mittlere Wohnungsanzahl/Gebäude im Mehrfamilienhausbestand 12/99 53
Abbildung 4.1 Schema der BASiS-2-Funktionselemente und der Interaktion mit GEMIS 4 59
Abbildung 4.2 Ex- und Importfunktionen zwischen BASiS-2 und GEMIS 4 63
Abbildung 5.1 Wohnungsfertigstellungen (WE) in Deutschland 1987-2001 67
Abbildung 5.2 Bevölkerungsprognose Deutschland bis 2015 (BBR/IÖR 2001) 68
Abbildung 5.3 Prognose der privaten Haushalte in Deutschland 69
Abbildung 5.4 Fertigstellung von Wohneinheiten in Deutschland 2001-2025 (nach BBR/IÖR 2001) 70

Abbildung 6.1 Entwicklung des Gesamtbestandes an Wohneinheiten in Deutschland 97
Abbildung 6.2 Prozentuale Veränderung des Bestandes an Wohneinheiten in Deutschland (Bezugsjahr 2000 = 100 %) 98
Abbildung 6.3 Entwicklung der Wohnfläche bis 2025 in Deutschland 99
Abbildung 6.4 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Referenzszenario) 101
Abbildung 6.5 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Nachhaltigkeitsszenario) 102
Abbildung 6.6 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Referenzszenario: Jahr 2000 = 100 %) 103
Abbildung 6.7 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Nachhaltigkeitsszenario: Jahr 2000 = 100 %) 103
Abbildung 6.8 Flächeninanspruchnahme durch Außenentwicklung: Nettowohnbauland (NWBL) und Verkehrserschließungsfläche (VEF) in Deutschland 104
Abbildung 6.9 Referenzszenario: Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) in ha/Tag durch Außenentwicklung in Deutschland 105
Abbildung 6.10 Nachhaltigkeitsszenario: Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) in ha/Tag durch Außenentwicklung in Deutschland 106
Abbildung 6.11 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Szenarette „Verdichtung“: Jahr 2000 = 100 %) 108
Abbildung 6.12 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Szenarette „Bestandserhalt“: Jahr 2000 = 100 %) 109
Abbildung 6.13 Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland [NWBL] und Verkehrserschließungsfläche [VEF]) durch Außenentwicklung: Referenzszenario im Vergleich mit den Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“ 110
Abbildung 6.14 Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude und technische Infrastruktur: Referenzszenario im Vergleich mit den Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“ 112

Abbildung 6.15 Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen für Bauen und Wohnen in Deutschland (Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario) 114
Abbildung 6.16 Referenzszenario: Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude und technische Infrastruktur 114
Abbildung 6.17 Nachhaltigkeitsszenario: Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude und technische Infrastruktur 115
Abbildung 6.18 Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude 116
Abbildung 6.19 Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Infrastruktur der inneren Erschließung 117
Abbildung 6.20 Referenzszenario: Einsatz von verschiedenen mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude 118
Abbildung 6.21 Einsatz von Betonrezyklat und mineralischen Primärrohstoffen für Wohngebäude in %..... 119
Abbildung 6.22 Einsatz von Holzprodukten für Wohngebäude 120
Abbildung 6.23 Einsatz von Holzprodukten und dafür benötigte Rohstoffmenge (Holz) bei Wohngebäuden im Jahr 2000 .. 120
Abbildung 6.24 Bauschuttanfall durch Instandhaltung und Abriss von Wohngebäuden und Instandhaltung technischer Infrastruktur 121
Abbildung 6.25 Bauschuttaufkommen durch Instandhaltung und Abriss von Wohngebäuden 122
Abbildung 6.26 Aufteilung der nichtmineralischen Fraktion im Bauschutt für das Jahr 2000..... 123
Abbildung 6.27 Spezifischer Nutzwärmebedarf der Wohngebäude in Deutschland..... 124
Abbildung 6.28 Entwicklung des Nutzwärmebedarfs im Referenzszenario (Jahr 2000 = 100 %) 125
Abbildung 6.29 Entwicklung des Nutzwärmebedarfs im Nachhaltigkeitsszenario (Jahr 2000 = 100 %) 125

Abbildung 6.30 Kohlendioxidemissionen durch Neubau und Instandhaltung von Infrastruktur und Wohngebäuden sowie durch Beheizen von Wohngebäuden 127
Abbildung 6.31 Entwicklung der Kohlendioxidemissionen im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen (Jahr 2000 = 100 %) 127
Abbildung 6.32 Kohlendioxidemissionen: Referenzszenario im Vergleich mit Szenaretten „Heizungsmix“ und „Nachdämmung“ 129

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1 Bewertung von Lösungsansätzen für die zentralen ökologischen Herausforderungen beim Bauen und Wohnen 9

Tabelle 2.2 Lösungsansätze für effiziente Bestandsnutzung, Nachverdichtung/Konversion und flächensparende Bebauungsformen 15

Tabelle 2.3 Favorisierte Maßnahmen und Instrumente für effiziente Bestandsnutzung, Nachverdichtung/Konversion und flächensparende Bebauungsformen 17

Tabelle 3.1 Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes und ihre angenommenen Spannbreiten der Geschossflächendichte (Zuordnung nach IÖR) 26

Tabelle 3.2 Bebauungsleittypen nach Baualtersklassen (Zuordnung nach IÖR) 27

Tabelle 3.3 Wohnungsdichte und abgeleitete Geschossflächendichte in Kreisen, typisiert nach dem Gebäudemix (Anteil der Ein- bis Zweifamilienhäuser) 1996/1997 (eigene Berechnungen auf Grundlage von Daten der Statistischen Landesämter) 28

Tabelle 3.4 Geschossflächendichte der Bebauungsleittypen unter Berücksichtigung regionaler Dichtegefälle (Einschätzung IÖR) 31

Tabelle 3.5 Erforderliche Struktur der Daten des Gebäude- und Wohnungsbestandes zur Schätzung der Verkehrserschließungsfläche von Wohngebäuden im Bestand 32

Tabelle 3.6 Top-down-Schätzung der Verkehrserschließungsfläche des Wohnens – NBL (Ableitung IÖR) 34

Tabelle 3.7 Top-down-Schätzung der Verkehrserschließungsfläche des Wohnens – ausgewählte ABL (Ableitung IÖR) 34

Tabelle 3.8 Vergleich der geschätzten Verkehrserschließungsflächen nach Bottom-up- und Top-down-Ansatz 35

Tabelle 3.9 Bebauungstypen des Neubaus (Beispiele) 37

Tabelle 3.10 Angenommene Geschossflächendichte der Gebäudetypen des Neubaus 38
Tabelle 3.11 Infrastrukturrelevanz der Innenentwicklung 40
Tabelle 3.12 Verwendete Richtlinien und Empfehlungen für die Abschätzung von Straßenquerschnitten 43
Tabelle 3.13 Korrekturfaktoren zur Netzlängenermittlung 45
Tabelle 3.14 Struktur der Verkehrsinfrastruktur-Bauelementbeschreibung am Beispiel eines Fahrbahn-Bauelementes 48
Tabelle 3.15 Struktur der Leitungsinfrastruktur-Bauelementbeschreibung am Beispiel eines Bauelementes der Trinkwasserversorgung 48
Tabelle 3.16 Struktur der Datensätze zur Beschreibung der Infrastrukturausstattung von Bebauungsleittypen am Beispiel von EFB1 im Raumtyp I – ABL 49
Tabelle 3.17 Zuordnung der Modellgebäudetypen zu den Bebauungsleittypen (Alte Bundesländer) 51
Tabelle 3.18 Zuordnung der Modellgebäudetypen zu den Bebauungsleittypen (Neue Bundesländer) 52
Tabelle 3.19 Raumtypenspezifische Zuordnung der Modellgebäudetypen zu Bebauungsleittypen 54
Tabelle 5.1 Strukturierung der Szenarien über „Stellschrauben“ und Maßnahmen 65
Tabelle 5.2 Szenarioannahmen für den Neubau von WE in den ABL und NBL 71
Tabelle 5.3 Szenarioannahmen für die Verteilung des Neubaus auf die Raumtypen in den ABL und NBL 73
Tabelle 5.4 Szenarioannahmen für den Anteil von WE in Mehrfamilienhäusern am Neubau in den ABL und NBL 75
Tabelle 5.5 Szenarioannahmen: Anteil Innenentwicklung am Neubau von WE in den ABL und NBL 77
Tabelle 5.6 Verteilung des Neubaus auf die Außen- und die Innenentwicklung (Brachflächen sowie Nachverdichtung): Referenzszenario 77

Tabelle 5.7 Verteilung des Neubaus auf die Außen- und die Innenentwicklung (Brachflächen sowie Nachverdichtung): Nachhaltigkeitsszenario 79
Tabelle 5.8 Szenarioannahmen: Entwicklung Abriss von WE in den ABL und NBL 81
Tabelle 5.9 Szenarioannahmen: Entwicklung Umwidmung von WE in den ABL und NBL 82
Tabelle 5.10 Szenarioannahmen: Entwicklung Zusammenlegung von WE in den ABL und NBL 84
Tabelle 5.11 Szenarioannahmen: Entwicklung des Passivhausanteils am Neubau 85
Tabelle 5.12 Beheizungsstrukturen in den Alten Bundesländern im Referenzszenario 87
Tabelle 5.13 Beheizungsstrukturen in den Neuen Bundesländern im Referenzszenario 87
Tabelle 5.14 Beheizungsstrukturen in den Alten Bundesländern im Nachhaltigkeitsszenario 88
Tabelle 5.15 Beheizungsstrukturen in den Neuen Bundesländern im Nachhaltigkeitsszenario 88
Tabelle 5.16 Szenarioannahmen: jährliche Nachdämmraten bezogen auf den Wohnungsbestand 2000 90
Tabelle 5.17 Szenarioannahmen: Einsatz von Betonrezyklat in Hochbauanwendungen 91
Tabelle 5.18 Szenarioannahmen: Holzbauanteil beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern 92
Tabelle 5.19 Szenarioannahmen: Anteil kellerloser Ein- bis Zweifamilienhäuser am Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern 93
Tabelle 5.20 Überblick Szenarioannahmen (Teil 1) 94
Tabelle 5.21 Überblick Szenarioannahmen (Teil 2) 95
Tabelle 6.1 Ausgewählte Szenarioergebnisse im Überblick: Prozentuale Veränderung gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 130
Tabelle 7.1 Maßnahmen und Instrumente für nachhaltiges Bauen und Wohnen 138

Tabelle 8.1 Hochgerechnete Gesamtfahrleistung und mittlere Fahrleistung der Privat-Pkw sowie Pkw-Bestände 1993 nach Kreistypen 142
Tabelle 8.2 Mittlere Fahrleistung der Privat-Pkw (jeweils pro Einwohner und Wohneinheit) 143

1 Projektziele und Projektüberblick

1.1 Zielstellung des Projektes

Das UBA-Forschungsprojekt „Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich Öffentliche Infrastruktur (im folgenden Text mit dem Kurztitel „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ benannt) zeigt Perspektiven für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland auf.

Mit Hilfe der bedürfnisfeldorientierten Stoffstromanalyse unter Einsatz des Stoffstrommodells BASiS[1] wurde der für eine nachhaltige Entwicklung wichtige Bereich Bauen und Wohnen untersucht. Es wurden ökologisch relevante Einsparpotentiale und Handlungsoptionen identifiziert und gewichtet, um daraus die Prioritäten für eine vorsorgende Umweltpolitik im Bereich Bauen und Wohnen abzuleiten.

Um sicherzustellen, dass aktuelle, fundierte Informationen zur Ist-Situation sowie zu den Trends im Bereich Bauen und Wohnen in die Forschungsarbeit einfließen, wurden die unterschiedlichen Akteure systematisch in die einzelnen Projektbausteine eingebunden. Gleichzeitig sollte damit bei den zahlreichen Akteuren aus Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Verbänden und Wirtschaft ein Lernprozess initiiert und eine Identifizierung mit den Projektzielen und -ergebnissen erreicht werden (vgl. hierzu das Kapitel 2 „Bedeutung des Kommunikationsprozesses für das Projektziel“). Damit wurde ein Dialog zur Umsetzung konkreter Maßnahmen und Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen angestoßen.

Methodisch baut die Arbeit auf dem Vorgängerprojekt „Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der Nachhaltigen Entwicklung“ (Öko-Institut 1998, Öko-Institut 1999) für das Umweltbundesamt auf. Die damals festgelegten Bilanzierungsgrenzen wurden jedoch wesentlich erweitert, um die unter Ressourcen- und Flächengesichtspunkten wichtige technische Infrastruktur wie z. B. Wohnstraßen, Ver- und Entsorgungsleitungen in die Stoffstromberechnungen einbeziehen zu können. Diese Aufgabe erforderte umfassende konzeptionelle Arbeiten und Datenauswertungen durch das Institut für ökologische Raumentwicklung (IÖR) und die Technische Universität Dresden, die im Kapitel 3 dokumentiert werden.

Das im Vorgängerprojekt als Prototyp entwickelte Stoffstrommodell BASiS wurde in Hinblick auf seine Leistungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit weiter verbessert, um einerseits dem erweiterten Bilanzraum und den komplexeren Datenflüssen Rechnung zu tragen und andererseits die Attraktivität für potentielle Anwender zu erhöhen.

---

[1] Bedarfsorientiertes Analysewerkzeug für Stoffströme in Szenarien (BASiS)

Warum der Bereich Bauen und Wohnen?

Neben der ökologischen Relevanz aufgrund der hohen Energie-, Rohstoff- und Flächeninanspruchnahme spielt das Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen sowohl unter volkswirtschaftlichen als auch unter sozialen und kulturellen Gesichtspunkten eine wichtige Rolle für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland. (Enquete 1998, Schultz 2001).

Ein weiterer Grund für die Wahl des Bereiches Bauen und Wohnen war die Tatsache, dass sich in diesem Bedürfnisfeld ein Paradigmenwechsel aufgrund eines tief greifenden, demographischen und strukturellen Wandels anbahnt.

Nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges war in der Bundesrepublik Deutschland fünfzig Jahre lang der intensive Neubau von Geschosswohnungen sowie von Ein- bis Zweifamilienhäusern Leitbild der Politik, um die ständig wachsende Bevölkerung und die noch stärker wachsende Zahl an Haushalten mit angemessenem Wohnraum zu versorgen. In den Neuen Bundesländern (NBL) wurde diese Entwicklung nach der Wiedervereinigung 1990 quasi im Zeitraffer nachgeholt.

Inzwischen beherrscht das Leerstandsthema vor allem in den Neuen Bundesländern (Pfeiffer 2000), aber auch in einigen Regionen der Alten Bundesländer (ABL), die wohnungspolitische Debatte (Rauterberg 2002). Gleichzeitig hat die Relevanz der Wohnungsbestände und der mit ihnen verbundene Sanierungsstau in der öffentlichen Diskussion und der Fachdiskussion erheblich an Aufmerksamkeit gewonnen.

Die Herausforderungen der nachhaltigen Entwicklung erfordern vor diesem Hintergrund im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen neue Strategien. Für die Entwicklung von Strategien sind fundierte Informationen über die komplexen Wechselwirkungen von Bedürfnissen (hier nach Wohnraum) und der damit zusammenhängenden Umweltinanspruchnahme essentielle Voraussetzung.

1.2 Rückblick: Bisherige Erfahrungen mit dem Stoffstrommodell BASiS-1

1.2.1 Prototypentwicklung und erste Anwendungen

In den Jahren 1996 bis 1998 führte das Öko-Institut im Auftrag des Umweltbundesamts das Forschungsprojekt „Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der Nachhaltigen Entwicklung“ durch. In diesem Vorhaben wurde eine neue Methode zur Operationalisierung von „Nachhaltiger Entwicklung“ erarbeitet, die eine modellhafte Darstellung umweltrelevanter Stoffströme liefert und akteursorientierte Handlungsperspektiven aufzeigt.

Als EDV-Werkzeug hierfür wurde der Prototyp eines dynamischen Stoffstrommodells entwickelt. BASiS-1 ermöglicht die Bilanzierung komplexer Stoffströme über einen zuvor definierten Szenariozeitraum. Unter Einsatz der Szenariotechnik

lassen sich mit BASiS-1 spezifische Reduktionspotentiale in ihrem Zeitverlauf (z. B. für die Emission von Treibhausgasen) ermitteln. Als Fallbeispiel zur Anwendung der bedürfnisfeldorientierten Stoffstromanalyse wurde der Bereich Bauen und Wohnen gewählt und eine entsprechende Datenbasis erstellt.

Zur Darstellung von verschiedenen denkbaren Entwicklungspfaden im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen wurden drei Szenarien mit einer zeitlichen Perspektive bis zum Jahr 2020 (Basisjahr 1995) erstellt:

- Ein Referenzszenario, in dem die gegenwärtigen Trends fortgeschrieben wurden,
- ein Effizienzszenario, bei dem der Schwerpunkt auf signifikante Effizienzsteigerungen im energetischen Bereich gelegt wurde, sowie
- ein Struktur- und Bewusstseinswandelsszenario, bei dem zusätzliche Schwerpunkte im Bereich Ressourcenschonung gesetzt wurden.

Mit Hilfe dieser Szenarien konnten die Effekte einzelner Maßnahmen und Verhaltensänderungen im Hinblick auf die Reduzierung von Umweltbelastungen simuliert und quantifiziert werden. Gegenüber den ermittelten Umweltbelastungen im Referenzszenario sind im Effizienzszenario und vor allem im Szenario Struktur- und Bewusstseinswandel beträchtliche Einsparpotentiale hinsichtlich der zukünftigen Umweltbelastungen zu erkennen.

Der Bericht zu dem Projekt wurde 1999 vom Umweltbundesamt publiziert (Öko-Institut 1999) und enthält im Anhangband die ausführliche Datendokumentation. Eine prägnante und anspruchsvoll visualisierte Zusammenfassung der Idee, der Methode und der Ergebnisse dieses Projektes findet sich in der Broschüre „Stoffströme und Bedürfnisse – Bauen und Wohnen“, die ebenfalls über das Umweltbundesamt erhältlich ist (Öko-Institut 1998).

Das hier dokumentierte Nachfolgeprojekt beinhaltet zahlreiche wichtige methodische und datenseitige Erweiterungen, aktualisierte und differenziertere Szenarien für den von 2001 bis 2025 erweiterten Zeitraum und die daraus folgenden neuen Ergebnisse und Erkenntnisse. Wichtige methodische Grundlagen und der Prototyp des Stoffstrommodells (BASiS-1) wurden jedoch bereits im Vorgängerprojekt erarbeitet. Die Ergebnisse und die zu Grunde liegenden Daten des Vorgängerprojektes werden in diesem Bericht nicht wiederholt. Es sei hierzu auf die zitierte Literatur verwiesen.

1.2.2 Einsatz des Stoffstrommodells BASiS-1 für Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein wurde das für das Umweltbundesamt entwickelte Stoffstrommodell BASiS-1 in den Jahren 1999/2000 erstmals in einem Bundesland eingesetzt (Öko-

Institut 2000a). Die in BASiS-1 für Deutschland insgesamt vorliegenden Daten konnten mit einem vertretbaren Aufwand an die spezifischen Verhältnisse in Schleswig-Holstein angepasst werden: Berücksichtigt wurden die landestypische Verwendung von Baustoffen, der charakteristische Einsatz von Bauelementen, wie z. B die hohen Anteile zweischaliger Außenwände und der hohe Anteil kellerloser Häuser, die Anteile der unterschiedlichen Heizungsanlagen und die Daten für die Anzahl der Wohneinheiten im Bestand und der neu gebauten Wohneinheiten.

Die notwendigen landesspezifischen Daten wurden mit Unterstützung wichtiger Fachakteure des Landes recherchiert. Insbesondere der engagierten Kooperation des Innenministeriums Schleswig-Holsteins, zuständig für Bauen und Wohnungswesen, sowie der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. in Kiel mit dem Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten sowie mit dem Öko-Institut ist die in wenigen Monaten erfolgte Anpassung des Datensatzes zu verdanken.

Das Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein“ wurde von Beginn an als Dialogprozess angelegt. In drei Workshops mit ausgewählten Akteuren des Landes aus dem Bereich Bauen und Wohnen konnte ein hoher Grad an Identifizierung bei den Akteuren für das Projekt und seine Ergebnisse erzielt werden. Vor allem die Differenzierung der Szenarioannahmen für das Referenzszenario und das Nachhaltigkeitsszenario erfolgte unter intensiver Beteiligung der Fachakteure des Landes. Das Öko-Institut unterbreitete auf den einzelnen Workshops konkrete Vorschläge für die Szenarioannahmen, die nach intensiver und durchaus auch kontroverser Diskussion zu Einzelpunkten letztlich im Konsens vereinbart wurden. Diese positiven Erfahrungen aus Schleswig-Holstein wurden für den Dialogprozess im hier dokumentierten UBA-Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ genutzt und übertragen.

Zur Zeit wird der Nachhaltigkeitsprozess im Bereich Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein weitergeführt. Mit dem Ziel möglichst viele der im Nachhaltigkeitsszenario identifizierten ökologischen Einsparpotentiale zu erschließen, wurde im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten das Projekt „Umsetzung von nachhaltigem Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein“ (Öko-Institut 2002) durchgeführt. In einem intensivierten Akteursdialog wurden wesentliche Maßnahmen und Instrumente identifiziert und konkretisiert. Die Ergebnisse werden die Grundlage konkreter Maßnahmen zur forcierten Umsetzung von nachhaltigem Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein bilden.

1.3 BASiS-2: Übersicht der Projektbausteine

Die umfangreichen Arbeiten des Forschungsprojektes und die daraus resultierenden Ergebnisse sind ausführlich in den nachfolgenden Kapiteln des Berichtes beschrieben. An dieser Stelle wird ein kurzer Überblick über die Projektbausteine gegeben. Das gesamte Forschungsprojekt kann in sechs Projektbausteine untergliedert werden:

- Szenarienerstellung,
- Infrastruktur,
- Kommunikation,
- Daten,
- Software und
- Ergebnisse.

Die sechs Projektbausteine waren nicht voneinander isoliert. Das Erreichen der Projektziele war nur durch eine enge Verzahnung der Projektbausteine sicherzustellen. So wurden z. B. Details der Weiterentwicklung der Software unmittelbar vom Aufbau der Strukturierung der technischen Infrastruktur beeinflusst, die im Rahmen dieses Projektes in den Bilanzierungsrahmen miteinbezogen wurde.

Der Projektbaustein „Szenarienerstellung“ umfasste, ausgehend vom gewählten Basisjahr 2000 über den Szenariozeitraum bis 2025, die Strukturierung und Konkretisierung der im Projekt aufgestellten Szenarien „Referenzszenario“ und „Nachhaltigkeitsszenario“ für den Bereich Bauen und Wohnen in Deutschland. Dieser Projektbaustein stand neben dem erwähnten Bereich der Softwareentwicklung in einem engen Kontext zu den Projektbausteinen „Infrastruktur“ (Szenarioannahmen im Bereich Infrastruktur), „Daten“ (Ermittlung von Daten für das Basisjahr, Auswertung vorliegender Wohnungsprognosen etc.) und „Kommunikation“. Auf den zentralen Projektbaustein „Szenarienerstellung“ wird ausführlich im Kapitel 5 eingegangen.

Der Projektbaustein „Infrastruktur“ wird ausführlich im Kapitel 3 dokumentiert. Raumstrukturelle Zusammenhänge und stadtplanerische Orientierungswerte mussten zu dem aus dem Vorgängerprojekt vorliegenden Wissens- und Datenbestand hinzugefügt und integriert werden. Dieser umfangreiche Projektbaustein war Schwerpunkt der Arbeiten der Experten des Instituts für ökologische Raumentwicklung Dresden (IÖR) und der TU Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau.

„Kommunikation“ spielte im Forschungsprojekt für das Umweltbundesamt eine zentrale Rolle. Neben einem intensiven und kontinuierlichen Dialog zwischen den Projektpartnern (Öko-Institut, IÖR, TU Dresden) und dem Umweltbundesamt während des gesamten Projektzeitraums standen der Dialog und die intensive Kommunikation mit externen Akteuren und Fachleuten aus dem Bereich Bauen und Wohnen im Mittelpunkt.

In zwei Kreativworkshops mit externen Fachleuten zu den Themen „Wohnungsprognosen“ sowie „ressourcen- und flächenschonendes Bauen und Wohnen“ konnten wesentliche Informationen und Daten für die Erstellung der Szenarien gewonnen werden. Gleichzeitig konnten die beteiligten Experten für die Ziele des UBA-Forschungsprojektes sensibilisiert und für einen weiteren Dialog gewonnen werden.

Das Forschungsprojekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ wurde von Beginn an von einem Begleitkreis unterstützt. Bei den drei Begleitkreistreffen wurde ein intensiver Dialog über die Ziele, die Methode und die Ergebnisse des Projektes sowie über die, aus den Ergebnissen zu ziehenden, Konsequenzen für Instrumente und Maßnahmen geführt. Hierdurch erhielten die Begleitkreismitglieder Impulse für eigene Aktivitäten. Der umfangreiche Dialogprozess und die daraus resultierende Ergebnisse sind ausführlich im Kapitel 2 dokumentiert.

Datenfragen standen nicht im Mittelpunkt des Projektes, da auf viele Grundlagendaten aus dem Vorgängerprojekt (Öko-Institut 1999) bzw. aus der Datenbank des Prozesskettenmodells GEMIS 4.07 (Öko-Institut 2001) zurückgegriffen werden konnte. Für die Projektbausteine „Infrastruktur“ und „Szenarienerstellung“ mussten jedoch umfangreiche Datenrecherchen und Datenstrukturierungen vorgenommen werden. Informationen zu den Datengrundlagen finden sich in den entsprechenden Kapiteln, in den angegebenen Literaturquellen und Datenbanken sowie im Anhangband zu diesem Endbericht.

Die Weiterentwicklung der Software BASiS war ein weiterer essentieller Projektbaustein. Neben der Erhöhung der Bedienfreundlichkeit standen hier umfangreiche Ergänzungen der Softwarestruktur im Mittelpunkt, die durch die Erweiterung der Bilanzierungsgrenze notwendig geworden waren. Die Leistungsfähigkeit und die Differenzierungsmöglichkeiten des Stoffstrommodells wurden im abgeschlossenen Forschungsprojekt entscheidend verbessert. Die Arbeiten zu diesem Projektbaustein sind im Kapitel 4 „Das erweiterte und optimierte Stoffstrommodell: BASiS-2.0“ dargestellt.

Die Ergebnisse für die Szenarien „Referenzszenario“ und „Nachhaltigkeitsszenario“, die unterschiedliche mögliche Entwicklungen für den Bereich Bauen und Wohnen und die damit verbundenen Umweltbelastungen in Deutschland bis zum Jahr 2025 aufzeigen, sind im Kapitel 6 dokumentiert. In diesem Kapitel werden die Szenarioergebnisse vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeitsdiskussion und der Diskussion über Umweltziele erläutert und bewertet.

Mit den Szenarien werden Handlungsoptionen für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland aufgezeigt. In Kapitel 7 wird beschrieben, welche Impulse und Perspektiven für die Schaffung institutioneller und instrumenteller Arrangements zur Verwirklichung eines nachhaltigen Bauens und Wohnens aus den Projektergebnissen deutlich wurden.

2 Der Kommunikationsprozess im Projekt

2.1 Bedeutung des Kommunikationsprozesses für das Projektziel

Der kontinuierliche Dialog mit verschiedenen Akteuren des Bereiches Bauen und Wohnen stellte einen zentralen Schwerpunkt des Forschungsprojektes dar. Diese Aktivitäten gingen über das Ziel der Information über das Forschungsprojekt und des reibungslosen Informations- und Datenflusses in das Forschungsprojekt hinein weit hinaus. Da über Szenarioannahmen und die Berechnung der Szenarienergebnisse mit dem Stoffstrommodell BASiS wichtige Zusammenhänge zwischen Wohnungsneubau, Wohnungsabriss, Flächen-, Rohstoff- und Energieinanspruchnahme etc. transparent gemacht werden können, eignete sich das UBA-Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ ausgezeichnet für Vernetzungsaktivitäten der verschiedenen Akteure des Bereiches Bauen und Wohnen.

Als zentrale Plattform hierfür wurde ein Begleitkreis zum Forschungsprojekt eingerichtet, der sich aus Vertretern von Bundes- und Landesministerien, der Wissenschaft, Vertretern von Umweltverbänden und Gewerkschaften, der Wohnungswirtschaft, des Kreditwesens und der Stadt- und Raumplanung zusammensetzte. Die Sensibilisierung der Akteure für die Bedeutung der komplexen Zusammenhänge im Bereich Bauen und Wohnen, die Diskussion über zukünftige Prioritäten und damit zusammenhängend über notwendige Instrumente und Maßnahmen sowie die direkten Nutzungsmöglichkeiten der Projektergebnisse durch die Akteure in ihrer täglichen Arbeit waren und sind wichtige Ziele der Kommunikation im und mit dem Begleitkreis. Zu speziellen Themen, die für die Entwicklung der Szenarien besonders relevant waren, wie „Die zukünftige Wohnungsentwicklung“ und „ressourcenschonendes Bauen“, wurden Kreativworkshops mit Fachleuten durchgeführt.

2.2 Kommunikation im Begleitkreis

Der Begleitkreis stellte das zentrale Element des Kommunikationsprozesses im Forschungsprojekt dar. Als Teilnehmer wurden vom Umweltbundesamt in Abstimmung mit den Projektpartnern Vertreter aus Bundes- und Landesministerien, aus der Wohnungswirtschaft, dem Kreditwesen, der Wissenschaft, den Gewerkschaften und den Umweltverbänden gewonnen. Das breit gefächerte Akteursspektrum stellte sicher, dass unterschiedliche Erfahrungen und Kompetenzen in den Dialog einfließen konnten. Des Weiteren wurden die im Begleitkreis vertretenen Akteure so ausgewählt, dass sie aufgrund ihrer beruflichen Funktionen von den Projektergebnissen für ihre eigenen Aufgaben Erkenntnisse und Nutzen gewinnen konnten.

Folgende Institutionen waren im Begleitkreis vertreten:[2]

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- Bundesministerium für Wirtschaft- und Technologie (BMWi)
- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
- Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein
- Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein
- Sächsisches Staatsministerium des Innern
- Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen
- Deutscher Städtetag/Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
- Nassauische Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
- Bund Deutscher Architekten (BDA)
- Schwäbisch Hall-Stiftung „bauen-wohnen-leben“
- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)
- Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)
- Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung e.V.
- Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus
- Industriegewerkschaft Bau – Agrar – Umwelt (IG Bau)
- Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU)
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)

Insgesamt wurden im Laufe des Forschungsprojektes drei Begleitkreistreffen durchgeführt.

1. Begleitkreistreffen

Das erste Begleitkreistreffen fand am 14.03.2001 im Umweltbundesamt in Berlin statt. Zentraler Gegenstand der Veranstaltung war zunächst eine Information der Begleitkreismitglieder über Ziele, Arbeitsschwerpunkte und Ablauf des Projektes und damit verbunden eine Diskussion über die Erwartungen von Umweltbundesamt und Projektpartnern an die Begleitkreismitglieder. Gleichzeitig stellte der im Projektverlauf relativ frühe Termin sicher, dass Vorstellungen und Erwartungen des Begleitkreises an das Forschungsprojekt für die weitere Projektbearbeitung Berücksichtigung finden konnten.

[2] Eine namentliche Aufführung der jeweiligen Teilnehmer der Begleitkreistreffen ist im Anhangband zu diesem Endbericht aufgeführt.

Intensiv diskutiert wurden mit dem Begleitkreis die möglichen Lösungsansätze für die zentralen Herausforderungen Klimaschutz, Verringerung zusätzlicher Flächeninanspruchnahme und Ressourcenschonung im Bereich Bauen und Wohnen. Das Meinungsbild des Begleitkreises wurde abschließend durch eine Prioritätensetzung mittels Punktevergabe[3] manifestiert. Dieses Ergebnis ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2.1 Bewertung von Lösungsansätzen für die zentralen ökologischen Herausforderungen beim Bauen und Wohnen

Lösungsansätze für zentrale Herausforderungen	Priorität nach Punktebewertung
Klimaschutz	
Energie sparendes Verhalten	11
Wärmetechnische Sanierung	9
Modernste Haustechnik	7
Regenerative Energieträger	6
Passivhausstandard	1
Flächeninanspruchnahme	
Effiziente Bestandsnutzung	20
Nachverdichtung und Konversion	17
Flächen sparende Bebauungsformen	5
Ressourcenschonung	
Bestandssanierung und -modernisierung	17
Material sparende Bauweisen + Recycling	14
Wiederverwertbarkeit von Massenbaustoffen	11
Nachwachsende Rohstoffe	3
Abrissprogramm	3

Für den Bereich Klimaschutz stellten die Akteure die Lösungsansätze „Energie sparendes Verhalten der Bewohner“ und „Wärmetechnische Sanierung der Wohngebäude im Bestand“ besonders heraus. Mit nachfolgender Priorität stuften die Begleitkreismitglieder den verstärkten Einsatz modernster Haustechnik und den Einsatz regenerativer Energieträger (z. B. Biomasse) für die Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung von Wohngebäuden ein. Die forcierte Durchsetzung des Passivhausstandards im Neubau wurde von den Akteuren nur mit geringer Priorität bewertet.

[3] Jeder Teilnehmer hatte maximal 7 Wertungspunkte zur Verfügung. Maximal zwei Punkte konnten dabei auf einen Lösungsansatz kumuliert werden.

Die Begleitkreismitglieder sahen die effiziente Bestandsnutzung (Vermeidung von Neubau) sowie Nachverdichtung und Konversion (z.B. Umwandlung von Gewerbebrachen in Wohnbebauung) als die wichtigsten Lösungsansätze zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme an.

Der zentralen Herausforderung Ressourcenschonung wurden nach Bewertung der Akteure vor allem die Lösungsansätze Sanierung und Modernisierung des Wohngebäudebestandes, materialsparende Bauweisen und Recycling (von Baustoffen) sowie die Wiederverwertbarkeit von Massenbaustoffen (z.B. Beton) mit hoher Priorität zugeordnet. Mit deutlich geringerer Priorität bewerteten die Teilnehmer des 1. Begleitkreistreffens den Einsatz nachwachsender Rohstoffe (z.B. Holz) für konstruktive Zwecke im Wohnbau sowie gezielte Abrissprogramme (Vermeidung von Leerstand und Wiedernutzung der freigewordenen Flächen).

Die Bewertungen der Begleitkreismitglieder sind aufgrund der limitiert zur Verfügung stehenden Bewertungspunkte relativ zwischen den verschiedenen Lösungsansätzen und weniger absolut zu sehen. Dennoch ist insgesamt augenfällig, dass Lösungsansätze, die vornehmlich den Gebäudebestand zum Schwerpunkt setzen, gegenüber Lösungsansätzen, die vor allem den Neubau (Passivhausstandard, Flächen sparende Bebauungsformen) betreffen, deutlich höher bewertet wurden.

Die Schwerpunksetzungen des Begleitkreises lieferten wichtige Hinweise für die nachfolgende Ausgestaltung und Strukturierung der Szenarien. Auf diese Weise wurde von Anfang an sichergestellt, dass der Begleitkreis eine aktive Rolle im Projekt einnahm, indem er an der Ausgestaltung der Szenarien und damit der Pointierung der späteren Ergebnisse frühzeitig beteiligt wurde. Diese Kommunikationsstrategie hatte sich bereits im Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein“ (Öko-Institut 2000a) bewährt.

2. Begleitkreistreffen

Das zweite Begleitkreistreffen wurde am 18.10.2001 im Umweltbundesamt durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt waren die Arbeiten an den Projektbausteinen „Infrastruktur“ sowie „Szenarien“ weit fortgeschritten, zumal die Ergebnisse der beiden Kreativworkshops (vgl. nächsten Abschnitt) zu Wohnungsprognosen und ressourcenschonendem Bauen bereits vorlagen und ausgewertet werden konnten. Zentraler Gegenstand des 2. Begleitkreistreffens waren die Vorstellung, Diskussion und Verständigung über die detaillierten Szenarioannahmen für das Referenz- und das Nachhaltigkeitsszenario.

Hierzu wurden vom Öko-Institut dem Begleitkreis begründete Vorschläge für die Szenarioannahmen unterbreitet. Alle Szenarioannahmen wurden ausführlich und engagiert im Begleitkreis diskutiert. Letztendlich konnte ein Konsens mit dem Begleitkreis über die genaue Ausgestaltung der Szenarien im Rahmen des Forschungs-

projektes erzielt werden.[4] Eine hohe Identifizierung der Begleitkreismitglieder mit den Szenarien, insbesondere mit der Ausgestaltung des Nachhaltigkeitsszenarios für Bauen und Wohnen in Deutschland war gegeben.

3. Begleitkreistreffen

Das dritte und abschließende Treffen des Begleitkreises fand am 27.02.2002 im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Berlin statt. Das BMBF unterstrich mit seiner Gastgeberrolle für den Begleitkreis das ressortübergreifende Interesse an dem UBA-Forschungsprojekt. Der Bereich Bauen und Wohnen ist aufgrund seiner hohen Relevanz für die nachhaltige Entwicklung in Deutschland ein wichtiger Förderschwerpunkt des BMBF.

Erster Schwerpunkt der Veranstaltung war die Vorstellung und Diskussion ausgewählter vorläufiger Projektergebnisse[5] sowie ein kurzer Einblick in die vielfältigen Möglichkeiten des aktualisierten und erweiterten Stoffstrommodells BASiS[6]. Es bestätigte sich anhand der Ergebnispräsentationen und der Diskussion im Begleitkreis, dass sowohl die Wahl der Szenarioannahmen als auch die im Projekt erarbeitete Strukturierungstiefe angemessen war. Die Ergebnisse des Nachhaltigkeitsszenarios weisen im Vergleich zu den Ergebnissen des Referenzszenarios auf umfassende Perspektiven (Einhaltung von Umweltzielen etc.) einer nachhaltigen Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen hin.

Es zeigte sich, dass trotz der mit dem Stoffstrommodell simulierten komplexen Zusammenhänge zwischen Bautätigkeit und dem Nutzen von Wohngebäuden einerseits und den Stoff-, Energie- und Flächenaspekten andererseits, eine anschauliche Vermittlung der Ergebnisse und der entsprechend hinterlegten Szenarioannahmen möglich ist.

Zweiter und abschließender Schwerpunkt des dritten Begleitkreistreffens bildete eine engagierte Diskussion des Begleitkreises zu Konsequenzen der Szenarienergebnisse für Strategien und Maßnahmen zum nachhaltigen Bauen und Wohnen sowie eine eigene Einschätzung der Teilnehmer bzgl. der Verwendung der Projektergebnisse in ihrem jeweiligen Aufgabenbereich.

Wichtige Hinweise der Begleitkreisteilnehmer hinsichtlich notwendiger Strategien und Maßnahmen zum nachhaltigen Bauen und Wohnen werden im Abschnitt 7 „Impulse und Perspektiven für nachhaltiges Bauen und Wohnen durch die Projektergebnisse“ aufgegriffen.

---

4 Die inhaltliche Ausgestaltung der Szenarien wird ausführlich im Kapitel „Die Szenarien“ dokumentiert.

5 Die Ergebnisse werden ausführlich im Kapitel „Ergebnisse der Szenarioberechnungen“ dokumentiert und interpretiert.

6 Einen Überblick bietet das Kapitel „Das erweiterte und optimierte Stoffstrommodell: BASiS-2.0“

Die Begleitkreismitglieder antworteten auf die Frage

Welche Akteure müssen Ihrer Einschätzung nach für die Umsetzung der wesentlichen Maßnahmen gewonnen werden?

folgendermaßen:

- Schlüsselpersonen in den politischen Feldern
  - Stadtentwicklung, Bauleitplanung,
  - Bauen und Verkehr,
  - Umweltschutz,
  - Finanzen,
  - Wohnungswirtschaft,
  - Planungs- und Umweltrecht (Bundesgesetzgeber: BauGB, BauNVO, Plan-UVP) besonders auf kommunaler Ebene,
- BMVBW mit modifizierten Förderprogrammen für den Bestand,
- BMF zur Bereitstellung von Finanzmitteln,
- Wohnungsnachfrager (zur Identifizierung spezifischer Bedürfnisse),
- Vermieter: Investitionen in den Bestand führen, z. B. zu niedrigeren Energiekosten,
- Baustoffindustrie, Bauhandwerk,
- Planer und Architekten haben als Multiplikatoren eine beratende Funktion,
- Juristen für die Aufnahme und Umsetzung von Zielen,
- alle Personen, die auf Nachfrageseite den Zweck ihrer Nutzung formulieren, wie z. B. Bauherrn, Investoren, Verwalter, Vermieter, Manager,
- Verbände, Gewerkschaften, Umweltorganisationen, Versicherungen.

Auf die Frage

Was können Sie selbst tun und welche Verbündeten und welche Unterstützung benötigen Sie?

antworteten die Begleitkreismitglieder:

- aufklären und informieren in den jeweiligen Funktionsebenen (Politik und Wirtschaft),
- Beratungsdienste sowie Fach- und Aufklärungsdiskussionen auf kommunaler Ebene anbieten bzw. inszenieren,
- die aus der Modellentwicklung BASiS-2 hervorgehenden Fakten als Überzeugungsinstrument nutzen,
- Netzwerke knüpfen,
- Bildungsmaßnahmen für Nachhaltigkeit im Bereich Bauen und Wohnen forcieren,

- Verstärkung der Lehrmittel in diesem Bereich,
- Ergebnisse der Modellentwicklung BASiS-2 in Fachzeitschriften veröffentlichen und in die Fachdiskussionen auf politischer sowie rechtlicher Ebene einbringen,
- praxiserprobte Empfehlungen umsetzbarer Ziele und deren indikatorengesteuerte Erfolgskontrolle,
- Forcierung der Öffentlichkeitsarbeit in der Bevölkerung zum Thema nachhaltiges Bauen und Wohnen,
- den Aufklärungs- und Diskussionsstand auf lokaler Ebene forcieren,
- die Fakten nutzen, um winner der Wirtschaft, wie Wohnungsunternehmen, innovative Planer etc., zu überzeugen,
- auf politischer Ebene ein ressortübergreifendes Nachhaltigkeitsverständnis anstreben: BMBF, BMWi, BMVBL,
- in Kooperation mit Umweltverbänden die sozial-ökologischen Entwicklungen aufzeigen,
- geeignete Investitionsmöglichkeiten auf ihre Wirkung analysieren,
- Einsatz des Modells BASIS-2 auf regionaler bzw. lokaler Ebene.

Die von den Begleitkreismitgliedern genannten Aspekte sind an dieser Stelle nur stichpunktartig aufgeführt. Sie werden im Kapitel „Impulse und Perspektiven für nachhaltiges Bauen und Wohnen durch die Projektergebnisse“ aufgegriffen und ausgeführt.

2.3 Kommunikation in den Kreativworkshops

Das UBA-Forschungsprojekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ hat aufgrund seines integrativen Charakters große Schnittmengen mit anderen eigenständigen Forschungsfeldern. Da für das Projekt aktuelle Informationen aus erster Hand essentielle Bedeutung hatten, wurden im Projektablauf zwei fachspezifische Kreativworkshops durchgeführt und ausgewertet. Hierzu konnte jeweils ein erfahrener Kreis an Fachleuten für die Veranstaltungen gewonnen werden.

1. Kreativworkshop: Wohnungsprognosen

Der erste Kreativworkshop mit dem Schwerpunkt Wohnungsprognosen für Deutschland wurde am 31.01.2001 im Umweltbundesamt durchgeführt. Ziel war es, für die Szenarienerstellung aktuelle Informationen über Trends bei der Bevölkerungs-, Haushalts- und vor allem Wohnungsbauentwicklung zu erhalten. Von folgenden Institutionen nahmen Vertreter[7] an der Veranstaltung teil:

- BBR, Bonn,
- difu, Berlin,
- DIW, Berlin,
- Empirica, Berlin,
- Ifo-Institut, München,
- IÖR, Dresden,
- IWU, Darmstadt,
- Uni Karlsruhe,
- Wuppertal-Institut.

Auf die inhaltlichen Ergebnisse der Veranstaltung wird im Kapitel 5.1 näher eingegangen. Für das Forschungsprojekt waren zwei allgemeine Ergebnisse hervorzuheben:

a) Bezüglich der wesentlichen Trends der Bevölkerungs-, Haushalts- und Wohnungsprognosen besteht unter den Experten in Deutschland weitgehend Einigkeit. Dies stellte eine wesentliche Grundlage für die zu erstellenden Szenarioannahmen im Forschungsprojekt dar.

b) Die intensive Diskussion ergab eindeutig, dass bislang viele Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft der Relevanz von qualifizierten Bevölkerungs-, Haushalts- und Wohnungsprognosen für den Bereich „Bauen und Wohnen“ zu wenig Rechnung tragen. Der integrative Grundgedanke des Stoffstrommodells BASiS und der bedürfnisfeldorientierten Stoffstromanalyse soll über das UBA-Forschungsprojekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ hier einen positiven Beitrag zu einer optimierten Verwertung der Erkenntnisse aus der Fachwelt leisten.

2. Kreativworkshop: ressourcensparendes Bauen durch effiziente Bestandsnutzung und Flächen sparende Bebauungsformen

Der zweite Kreativworkshop im Rahmen des Forschungsprojektes wurde am 04.09.2001 im Umweltbundesamt in Berlin durchgeführt. Ziel der Veranstaltung war es, von Fachleuten[8] aus dem Bereich Stadtplanung wichtige fachliche Impulse für die

[7] Die Teilnehmer der Veranstaltung sind namentlich im Anhangband unter Abschnitt 7 „Teilnehmer der Dialogprozesse“ aufgeführt.

[8] Vgl. vorherige Fußnote.

Ausgestaltung der Szenarien in diesem Bereich zu erhalten. Der Workshop wurde bewusst zu einem Projektstand abgehalten, der durch bereits weitgehende Überlegungen der Projektpartner im Arbeitsschwerpunkt Szenarienerstellung gekennzeichnet war. Den Experten wurde eine differenziertere Darstellung der beim 1. Begleitkreis als wichtig eingeschätzten Lösungsansätze einer effizienten Bestandsnutzung, Nachverdichtung/Konversion sowie flächensparender Bebauungsformen vorgestellt, die als Grundlage für konkrete Szenarioannahmen dienen könnten. Nach intensiver Diskussion wurden die externen Fachleute um eine Gewichtung[9] der vorgestellten Lösungsansätze gebeten. Das Ergebnis dieser Gewichtung ist in der nachfolgenden Tabelle dokumentiert.

Tabelle 2.2 Lösungsansätze für effiziente Bestandsnutzung, Nachverdichtung/Konversion und flächensparende Bebauungsformen

Lösungsansätze für ressourcensparendes Bauen	**Priorität nach Punktebewertung**
Effiziente Bestandsnutzung	
Vermeidung von Neubau durch umfassende Bestandssanierung	15
Vermeidung von Neubau durch Wohnungsvergrößerung	2
Umbau bestehender, ungenutzter Gewerbegebäude	0
Nachverdichtung/Konversion	
Neubau von WE auf Brachflächen	18
Neubau von WE durch Baulückenschließung	14
Strukturelle Nachverdichtung	10
Neubau von WE an bestehenden Gebäuden	6
Neubau von WE auf durch Abriss von WE freiwerdenden Flächen	1
Geringe Nachverdichtung	0
Flächensparende Bebauungsformen	
Höherer Anteil 3+x Familienhäuser am Neubau	7
Höherer Anteil Flächen sparender Bebauungsformen	6
Verstärkter Neubauanteil der Kernstädte	4
Geringerer Anteil freistehender Einfamilienhäuser an den Ein- bis Zweifamilienhäusern	3

Besonders wichtig für die weitere Ausgestaltung der Szenarien war die übereinstimmende Einschätzung der Stadtplaner, einige der vorgestellten Lösungsansätze

[9] Jeder Teilnehmer hatte maximal 13 Punkte für die Bewertung zur Verfügung. Maximal drei Punkte konnten dabei auf einen Lösungsansatz kumuliert werden.

(da in der Praxis sehr ähnlich bzw. mit fließenden Übergängen) für die Szenarioannahmen zusammenzufassen, um die Transparenz und Kommunikation der Szenarioannahmen und der Szenarioergebnisse sicherzustellen. Als konkretes Ergebnis dieser Hinweise wurden z. B. für die Szenarien die Lösungsansätze „Strukturelle Nachverdichtung“ und „Neubau von WE auf Brachflächen“ zum Lösungsansatz „Innenentwicklung[10] mit Infrastrukturaufwand“ zusammengefasst sowie „Neubau von WE an bestehenden Gebäuden“, „Neubau von WE auf durch Abriss von WE freiwerdenden Flächen“, „Geringe Nachverdichtung“ und „Neubau von WE durch Baulückenschließung“ zum Lösungsansatz „Innenentwicklung ohne Infrastrukturaufwand“.

Ein zweiter Schwerpunkt der Veranstaltung war die Diskussion zu notwendigen Maßnahmen und Instrumenten, die zur Umsetzung von nachhaltigem Bauen und Wohnen im Sinne eines Nachhaltigkeitsszenarios unterstellt und in Deutschland realisiert werden müssten. Nach einer engagierten Diskussion der Experten wurden zunächst insgesamt 32 denkbare Maßnahmen und Instrumente festgehalten. Hiervon wurden dem Komplex „Effiziente Bestandsnutzung“ acht Maßnahmen und Instrumente, der „Nachverdichtung und Konversion“ zwölf und für „flächensparende Bebauungsformen“ sieben verschiedene Maßnahmen und Instrumente zugeordnet. Zusätzlich wurden auf Vorschlag der Fachleute fünf „übergeordnete Maßnahmen und Instrumente“ identifiziert.

Die Experten hatten im Anschluss an den Workshop die Gelegenheit, auf schriftlichem Wege eine Gewichtung[11] der aus ihrer Sicht besonders notwendigen Maßnahmen und Instrumente abzugeben.[12] In der nachfolgenden Tabelle sind die Maßnahmen und Instrumente aufgeführt, die in den jeweiligen Kategorien von den Fachleuten als besonders relevant bewertet wurden.[13]

[10] Innenentwicklung = Bauen auf vorhandenen Siedlungs- und Verkehrsflächen; im Gegensatz zur Außenentwicklung = Bauen auf neu ausgewiesener Siedlungs- und Verkehrsfläche (oft als Bauen auf „grüner Wiese“ bezeichnet.

[11] Jeder Teilnehmer hatte maximal 32 Punkte für die Bewertung zur Verfügung. Maximal drei Punkte konnten dabei auf ein Instrument bzw. eine Maßnahme kumuliert werden.

[12] Fünf externe Experten (von insgesamt sechs) schickten ihre Gewichtung der Maßnahmen und Instrumente an die Projektpartner zur Auswertung zurück.

[13] Das gesamte Ergebnis inkl. der als weniger relevant eingestuften Maßnahmen und Instrumente ist im Anhangband im Kapitel 7 „Teilnehmer der Dialogprozesse“ dokumentiert.

Tabelle 2.3 Favorisierte Maßnahmen und Instrumente für effiziente Bestandsnutzung, Nachverdichtung/Konversion und flächensparende Bebauungsformen

Favorisierte Maßnahmen und Instrumente	Priorität nach Punktebewertung
Effiziente Bestandsnutzung	
Wettbewerbe und Marketingkampagnen für Wohnen im Bestand	5
Soziale Stadtteilentwicklung	5
Nachverdichtung/Konversion	
Ökologisch ausgerichtete Bodenwert- und Bodenflächensteuer	14
Aktualisierung und konsequente Nutzung von Brachflächenkatastern	9
Ablösung der Grunderwerbssteuer durch eine Flächenverbrauchssteuer mit ökologischer Lenkungsfunktion	8
Marketingkampagnen für städtisches Wohnen	8
Ausweitung der Bund-/Länderprogramme zur Städtebauerneuerung (Aufnahme ressourcensparender Komponenten)	7
Verstärkte Lenkungsabgaben auf den KfZ-Verkehr (Verteuerung der „Stadtflucht“)	6
Forcierte kommunale und regionale Liegenschaftspolitik	6
Flächensparende Bebauungsformen	
Ausrichtung der Wirtschaftsförderung und regionale Wohnungs- und Städtebauförderung an siedlungspolitischen Zielen	8
Verbindliche Einführung von Mindestdichten (GFZ) in die Bebauungsplanung	7
Übergeordnete Instrumente	
Reform der Eigenheimzulage	13
Geänderte Wohnungsbauförderung	10
Verursachergerechte Gebühren, externe Kosten internalisieren	7

Es zeigte sich als Ergebnis der Diskussion mit den Fachleuten, dass die Einführung bzw. Modifizierung zahlreicher wichtiger Instrumente und Maßnahmen (z. B. Reform der Eigenheimzulage)[14] in Deutschland notwendig ist, um nachhaltiges Bauen und Wohnen im großen Maßstab durchzusetzen.

[14] Vertiefende Ausführungen zu einer Reihe von wichtigen Maßnahmen und Instrumenten finden sich in der Forschungsarbeit des Deutschen Instituts für Urbanistik (difu 2001b) für das Umweltbundesamt.

2.4 Fazit des Kommunikationsprozesses

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass sich die starke Gewichtung des Kommunikationsprozesses in der Projektdurchführung als sehr erfolgreich erwiesen hat. Verschiedene, oft isoliert voneinander geführte Diskussionsstränge im Bereich Bauen und Wohnen konnten vernetzt werden. Die unterschiedlichen Akteure wurden für die Bedeutung der komplexen Zusammenhänge und für die verschiedenen Perspektiven im Bereich Bauen und Wohnen sensibilisiert. Die Begleitkreismitglieder schlugen dabei erste Anwendungsmöglichkeiten der Projektergebnisse in ihrem Tätigkeitsfeld vor.

Als wesentliche Erfahrung kann festgehalten werden, dass durch die Kompetenzen und Erfahrungen vieler Akteure ein großes Potential für nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland vorhanden ist. Es bedarf in Zukunft vor allem einer stärkeren Vernetzung der Akteure und einer stärkeren Integration der verschiedenen Teilsegmente des Bereiches Bauen und Wohnen, um zu einer nachhaltigen Entwicklung in diesem Handlungsfeld zu gelangen. Das Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ hat den Anspruch, hierzu einen wichtigen Beitrag geleistet zu haben.

3 Einbindung der technischen Infrastruktur in das Stoffstrommodell

Mit Hilfe des Stoffstrommodells BASiS-1 (vgl. Öko-Institut 1999) wurden Stoffströme des Wohnungsbestandes und Wohnungsneubaus bilanziert, d.h. Stoffströme, welche durch die Beheizung, Errichtung, Instandhaltung, Modernisierung und dem Abriss von Wohngebäuden verursacht werden. Die Bebauungsformen und Gebietsstrukturen, innerhalb derer die Gebäude zu verorten sind, sowie der zuordenbare Verkehrserschließungsaufwand[15] blieben unberücksichtigt. Damit wurde in BASiS-1 die Flächeninanspruchnahme für die Erschließung der Wohngebäude und die damit zusammenhängenden Rohstoff- und Energieaufwendungen nicht bilanziert. Erste Abschätzungen zeigten jedoch, dass insbesondere für die Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe der Erschließung der Wohngebäude eine bedeutende Rolle zukommt. Zur Quantifizierung dieser Umweltinanspruchnahme wurde das Stoffstrommodell BASiS in seinen Bilanzierungsgrenzen erweitert.

Im Rahmen dieser Studie erfolgt eine Erweiterung des Modells um eine Betrachtung der Bebauungsform, mit der das räumliche Muster der Anordnung der Wohngebäude, Straßen und Rohrleitungen der inneren Wohngebietserschließung charakterisiert werden kann. Ein wesentliches Merkmal solcher Bebauungsformen ist neben dem räumlich strukturellen Muster die Bebauungsdichte, ausgedrückt als Geschossflächendichte. Diese bezeichnet das Verhältnis der Summe der Geschossflächen von Gebäuden zur Grundstücksfläche (Nettowohnbauland). Die Geschossflächendichte bestimmt in starkem Maße den Verkehrserschließungsaufwand von Wohngebieten.

Um diesen auf nationaler Ebene abschätzen und den Wohngebäuden zuordnen zu können, ist es notwendig, die verschiedenen Formen der Bebauung qualitativ und quantitativ zu analysieren und zu typisieren. Dabei sind die Zusammenhänge zwischen Geschossflächendichte, Bebauungsform, Verkehrserschließungsaufwand und Gebäude herauszuarbeiten.[16]

Unter den Verkehrserschließungsflächen (Wege, Straßen) befindet sich die technische Infrastruktur, wie etwa Erdgas-, Fernwärme- und Wasserleitungen, Stromkabel und Abwasserrohre. Durch die schon mit BASiS-1 erfolgte datenseitige Kopplung an das Computermodell GEMIS wurden die energetischen Infrastruktur-Bauelemente (Stromkabel[17], Gas- und Fernwärmerohre) bereits berücksichtigt. In

---

[15] Der Verkehrserschließungsaufwand umfasst Verkehrserschließungsflächen, bezogen auf eine definierte Einheit wie m² Wohnfläche, m² Geschossfläche, Wohnung oder Einwohner (die dazugehörigen Ver- und Entsorgungsleitungen befinden sich unterhalb dieser Verkehrserschließungsflächen). Die genaue Definition der Verkehrserschließungsfläche sowie des Verkehrserschließungsaufwandes wird in Abschnitt 3.1.1 hergeleitet.

[16] Datendokumentationen etc. zu diesem Kapitel finden sich im Anhang (Kapitel 1) zu diesem Endbericht.

[17] Der häusliche Stromverbrauch (für Beleuchtung, Küchengeräte etc.) wird in BASiS nicht bilanziert. Da hingegen der Stromverbrauch von Heizungen (Hilfsstrom für z.B. Gas- oder Ölheizungen, Elektroheizungen, elektrische Wärmepumpen) erfasst wird, werden über GEMIS auch entsprechend Stromkabel berücksichtigt.

BASiS-2 wurde dies beibehalten, durch die direkte Modellkopplung ist nun aber eine konsistentere Behandlung der Daten[18] möglich[19].

Im Stoffstrommodell BASiS-2 werden nun neben den Verkehrstrassen[20] auch die Infrastrukturanteile für Wasser und Abwasser einbezogen, soweit sie der inneren Erschließung der Wohngebäude dienen (vgl. näher Anhangband Kapitel 6.5.4 und Kapitel 6.5.5). Es werden Flächen und Materialien für Straßen, Fußwege, Wasser und Abwasser modelliert[21].

3.1 Entwicklung eines Dichtemodells

3.1.1 Zum Begriff der „Erschließung"

Die Funktionsfähigkeit eines Wohngebietes[22] setzt dessen Anschluss an die öffentlichen Erschließungsanlagen wie das Straßennetz oder die Kanalisation voraus. Als "Erschließung" wird im Allgemeinen die Gesamtheit aller von öffentlicher und privater Hand getroffenen Maßnahmen zur Nutzung von Grundstücken entsprechend den städtebaulichen Grundsätzen und baurechtlichen Vorschriften bezeichnet (Geisendorf u. a. 1983, S. 20). Unterschieden wird dabei die "innere" von der "äußeren" Erschließung.

Zur inneren Erschließung zählen die Anlagen, die innerhalb eines baulich genutzten Gebietes liegen und die für die Erschließung dieses Gebietes notwendig sind. Hierbei handelt es sich um Verkehrsanlagen (Wohnstraßen, Wohnwege, öffentliche Stellflächen), Ver- und Entsorgungsanlagen und öffentliche Grünflächen. Zur äußeren Erschließung gehören alle Anlagen außerhalb des Gebietes, welche die innere Erschließung an das übergeordnete Straßen- und Leitungsnetz anschließen (Abbildung 3.1).

---

[18] Durch die direkte Kopplung von BASiS-2 mit GEMIS (vgl. Abschnitt 4.3.8) entfällt die „harte" (d.h. händische) Eingabe der Daten (aus GEMIS) in BASiS (wie für BASiS-1 praktiziert). Durch die direkte Modellkopplung können zukünftige Aktualisierungen im Datensatz aus GEMIS direkt für BASiS-2 nutzbar gemacht werden. Damit ist eine konsistentere Behandlung der Daten möglich.

[19] Eine nähere Erläuterung der Systemgrenzen zwischen BASiS-2 und GEMIS bei der energetischen Infrastruktur für Wohngebäude findet sich im Anhangband, Kapitel 5.3.

[20] Umweltbelastungen, die in der Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur durch den Verkehr verursacht werden, wurden in BASiS-2 nicht abgebildet (vgl. hierzu den Exkurs im Kapitel 8).

[21] Aufgrund der Ergebnisse von Sensitivitätsrechnungen (vgl. Anhangband, Kapitel 5.3) zu den Umwelteffekten für die Bereitstellung des Materialaufwandes für die lokale Energie-Infrastruktur (Strom-, Erdgas- und Nahwärmenetz) kann davon ausgegangen werden, dass die Relevanz von Infrastrukturaufwendungen für den Bereich Telekommunikation im Vergleich zu den in BASiS-2 implementierten Infrastrukturaufwendungen für Straßen, Fußwege sowie Wasserversorgung und Abwasserentsorgung vernachlässigbar gering ist. Daher wurden Infrastrukturaufwendungen für den Bereich Telekommunikation in Wohngebieten nicht für BASiS-2 modelliert.

[22] Zum Begriff „Wohngebiet" gibt es keine einheitliche allgemeingültige Definition. Im Rahmen dieser Studie wird Wohngebiet im Sinne von „überwiegend wohnbaulich genutztes Gebiet" verwendet.

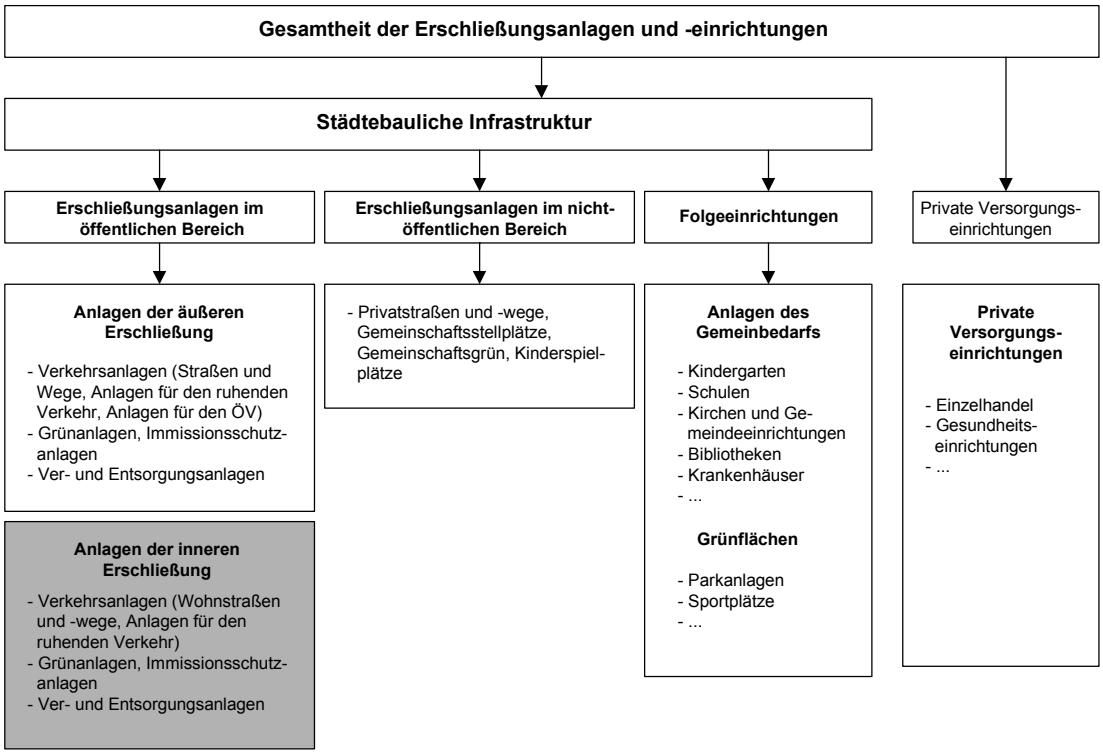


Abbildung 3.1 Erschließungsbegriff im Städtebau (verändert nach Gassner, Heckenbücker, Thünker 1986, S. 8)

Gegenstand dieser Studie ist nur die innere Erschließung von Wohngebieten im öffentlichen Bereich[23] ohne die öffentlichen Grünflächen. Diese Eingrenzung trägt dem Umstand Rechnung, dass nur Anlagen der inneren Erschließung eindeutig Wohngebieten und damit dem Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ zugerechnet werden können. Der Flächenbedarf sowie der stoffliche Aufwand für die Errichtung und Instandhaltung der äußeren Erschließung sowie für Wohnfolgeeinrichtungen (wie Schulen, Kindergärten oder Krankenhäuser bleiben unberücksichtigt.[24] Erschließungsanlagen im nicht öffentlichen Bereich (Privatstraßen- und Wege, darunter liegende Leitungen der Ver- und Entsorgung und Gemeinschaftsstellplätze) werden durch die gewählte Methode der Hochrechnung indirekt bei den Stoffströmen miterfasst.[25]

Im Folgenden wird aus Vereinfachungsgründen die in diesem UBA-Forschungsprojekt adressierte innere Erschließung von Wohngebieten im öffentlichen Bereich (ohne öffentliche Grünflächen) als „Verkehrserschließungsfläche“ bezeichnet. Die

---

[23] Diese Definition darf nicht verwechselt werden mit dem Begriff der inneren Erschließung auf Objektebene, die nur auf privatem Grund und Boden zu Lasten des Privateigentümers ausgeführt wird.

[24] Davon unberührt sind bilanzierte Aufwendungen vorgelagerter Prozesse wie die Stromerzeugung in Kraftwerken, die sich durch die Kopplung von BASiS-2 mit dem Prozesskettenmodell GEMIS ergeben.

[25] Die in Abschnitt 3.1.3 genannten Untersuchungen von Gassner et al. und Menkhoff et al., die zur Entwicklung der im selben Abschnitt eingeführten Dichtefunktionen ausgewertet wurden, unterscheiden Verkehrsfläche nicht nach privat und öffentlich. Berücksichtigt werden alle Flächen, die der Verkehrserschließung der Gebäude dienen, gleichgültig ob es sich z. B. um Privatwege oder um öffentliche Wege handelt. Insofern werden mit dem Ansatz der Dichtefunktionen auch Privatwege berücksichtigt.

dazugehörigen Ver- und Entsorgungsleitungen befinden sich unterhalb dieser Verkehrserschließungsfläche. Der Verkehrserschließungsaufwand ist eine spezifische Größe, welche die Verkehrserschließungsfläche auf eine definierte Einheit, wie m^2 Wohnfläche, m^2 Geschossfläche, Wohnungen oder Einwohner bezieht.

3.1.2 Einflussgrößen auf den Verkehrserschließungsaufwand

Der Verkehrserschließungsaufwand und der Aufwand an Leitungswegen bezogen auf eine Wohnung bzw. einen Quadratmeter Geschossfläche ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Von zentraler Bedeutung ist die bauliche Dichte, geprägt durch die realisierten Haustypen, die Parzellierung der Grundstücke und die Anordnung der Gebäude im Baugebiet. Von erheblicher Relevanz ist jedoch auch das mit der städtebaulichen Konzeption gewählte Erschließungssystem einer Siedlung. Bei gleicher Geschossflächendichte kann die Verkehrserschließungsfläche je nach den verfolgten Entwurfsprinzipien erheblich variieren (Gassner, Thünker 1992, S. 25). Der Zusammenhang zwischen baulicher Dichte und Verkehrserschließungsaufwand konnte in zahlreichen empirischen Untersuchungen nachgewiesen werden. Letzterer sinkt mit steigender baulicher Dichte (Gassner, Thünker 1992; Braumann 1988; Gassner, Heckenbücker, Thünker 1986; Menkhoff u. a. 1979).

Zwar ist der Anteil der Verkehrserschließungsfläche in verdichteten Mehrfamilienhausgebieten in der Regel höher als in Wohngebieten mit Einfamilienhausbebauung. Bezogen auf eine Wohnung oder einen Bewohner ist die Verkehrserschließungsfläche verdichteter Bauformen aber deutlich geringer (Holst, Hogrebe, Krüger 1997, S. 19 ff.; Holst 1999, S. 228; Müller, Korda 1999, S. 119; Menkhoff u. a. 1979, S. 63). In einer Untersuchung von 26 Wohn- und Mischgebieten in Nordrhein-Westfalen wurde ermittelt, dass der durchschnittliche Verkehrserschließungsaufwand je Wohnung in reinen Einfamilienhausgebieten mehr als doppelt so hoch ist wie in reinen Mehrfamilienhausgebieten.

Untersuchungen von Gassner, Heckenbücker, Thünker (1986), von Menkhoff u. a. (1979) und eigene Berechnungen auf der Grundlage von Arlt, Lehmann und Stutzriemer (1996) zeigen aber, dass die Abhängigkeit zwischen Dichte und Verkehrserschließungsaufwand nicht linear ist (vgl. Abbildung 3.2, Abbildung 3.3). Die Verkehrserschließungsfläche je Wohnung steigt bei einer Dichte unterhalb einer Geschossflächendichte (GFD) von 0,4 überproportional an. Umgekehrt gilt, dass eine Steigerung der baulichen Dichte über eine GFD von 0,8 hinaus nur noch geringe Einsparungen an Verkehrserschließungsfläche erbringt (Menkhoff u. a. 1979, S. 67).

3.1.3 Verkehrserschließungsaufwand im Gebäudebestand

Ausgehend von diesen grundlegenden Zusammenhängen wird die Verkehrserschließungsfläche des Wohngebäudebestandes mittels eines mehrstufigen Ansatzes geschätzt. Ziel ist es, für den vorhandenen Wohngebäudebestand in der Bundesrepublik Deutschland die zuordenbare Verkehrserschließungsfläche zu ermitteln.

Vorgehensweise der Modellentwicklung

Jenseits von wohnungs- und gebäudebezogenen Statistiken sind keine Informationen zu Bebauungsstrukturen des Gebäudebestandes verfügbar. Zwar kann der Gebäude- und Wohnungsbestand nach Baualtersklassen und Gebäudetypen differenziert werden. Die Bundes- oder Landesstatistik erlaubt aber keinen Rückschluss darauf, in welchem städtebaulichen Kontext sich ein bestimmtes Gebäude befindet. Ebenso fehlen Statistiken zu den wohnungsbezogenen Erschließungssystemen. Weder die amtliche Flächenstatistik noch die Verkehrs- oder Wohnungsstatistik enthalten Angaben, die für Zwecke dieser UBA-Studie einsetzbar wären. Hinsichtlich der Schließung dieser Lücke durch die Kopplung des Verkehrserschließungsaufwandes mit dem Gebäudebestand wird in dieser Forschungsarbeit entsprechend methodisches Neuland betreten.

Die Verkehrserschließungsfläche muss ausgehend von Daten zum Wohngebäude- und Wohnungsbestand mit Hilfe von strukturtypenbezogenen Annahmen geschätzt werden. Die Annahmen betreffen die Einbindung der in der Statistik erfassten Wohngebäude und Wohnungen in typisierte städtebauliche Strukturtypen der Wohnbebauung. Es werden für den Zweck der Studie sieben in ihrer baulich-räumlichen Erscheinung und städtebaulichen Dichte idealtypische Bebauungsformen (Bebauungsleittypen) identifiziert, welche die statistisch differenzierbaren Teilbestände mit hinreichender Genauigkeit charakterisieren.

Der Verkehrserschließungsaufwand wird dem Wohngebäude- und Wohnungsbestand, differenziert nach Bebauungsleittypen, mit Hilfe einer Dichtefunktion zugewiesen. Die verwendeten Dichtefunktionen orientieren sich an den in der Literatur vorfindbaren Angaben (vor allem Gassner, Heckenbücker, Thünker 1986; Menkhoff u. a. 1979 und eigene Berechnungen auf Grundlage von Arlt, Lehmann, Stutzriemer 1996). Verwendet werden zwei alternative Funktionen (Abbildung 3.2, Abbildung 3.3): Gassner, Heckenbücker, Thünker (1986, S. 49) drücken den Verkehrserschließungsaufwand in Quadratmeter je Wohnung aus, während Menkhoff u. a. (1979, S. 67) die Geschossfläche als Bemessungsgröße für den Verkehrserschließungsaufwand verwenden. In Anlehnung an diese Funktionen wird in diesem Projekt den GFD-Werten der Verkehrserschließungsaufwand zugewiesen.[26]

[26] Es sei darauf hingewiesen, dass zwischen beiden Tabellen keinerlei Herleitungszusammenhang besteht, da die empirische Basis der zugrunde liegenden Untersuchungen unterschiedlich ist.

Es wird davon ausgegangen, dass die o. g. empirischen Untersuchungen zum Verkehrserschließungsaufwand von Wohngebieten repräsentativen Charakter aufweisen. Dies begründet sich zum einen aus dem Anspruch der jeweiligen Verfasser, einen allgemeinen Zusammenhang zwischen Verkehrserschließungsaufwand und Bebauungsform abzuleiten, zum anderen durch die relativ hohen Fallzahlen der untersuchten Wohngebiete.[27] Eine Überprüfung des Zusammenhangs von baulicher Dichte und Verkehrserschließungsaufwand mit aktuelleren Daten aus Arlt, Lehmann, Stutzriemer (1996) bestätigen die von Gassner, Heckenbücker, Thünker (1986) und Menkhoff u. a. (1979) abgeleiteten Dichtefunktionen.

GFD	Verkehrserschließungs aufwand (m^2/Wohnung)
0,1	120
0,15	100
0,2	90
0,3	75
0,4	65
0,5	60
0,6	50
0,7	50
0,8	45
0,9	45
1,0	40
1,1	40
ab 1,2	30

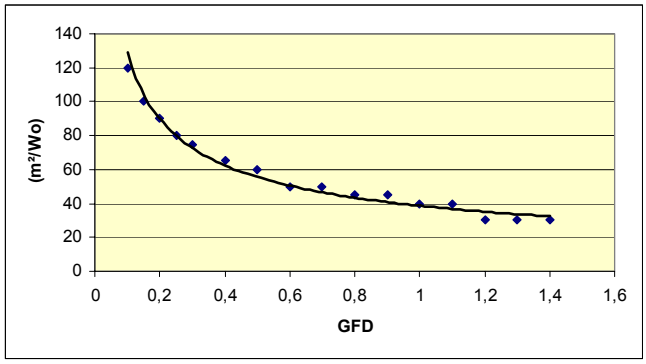


Abbildung 3.2 Funktion zur dichteabhängigen Bemessung des Verkehrserschließungsaufwandes nach Gassner, Heckenbücker, Thünker (1986, S. 49)

GFD	Verkehrserschließungs-aufwand ($m^{2/}$ / m^2 Geschossfläche)
0,1	1,20
0,15	1,05
0,2	1,00
0,3	0,70
0,4	0,60
0,5	0,50
0,6	0,50
0,7	0,45
0,8	0,40
0,9	0,30
1,0	0,30
1,1	0,30
ab 1,2	0,30

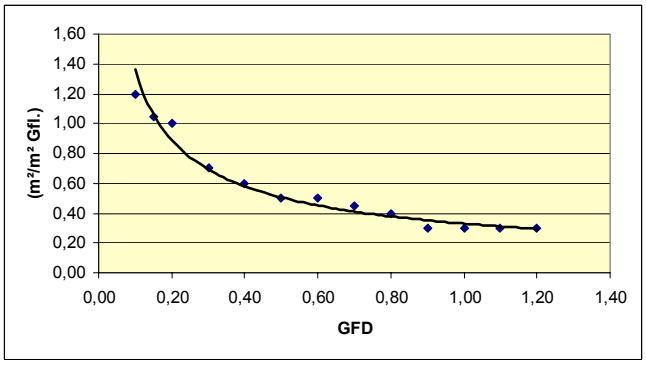


Abbildung 3.3 Funktion zur dichteabhängigen Bemessung des Verkehrserschließungsaufwandes nach Menkhoff u. a. (1979, S. 67)

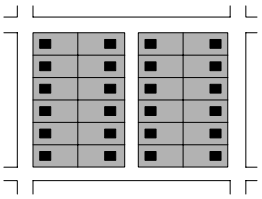
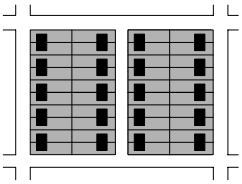
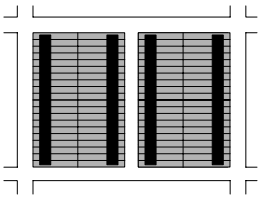
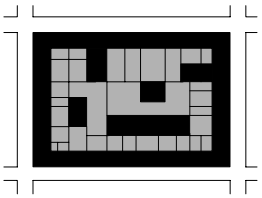
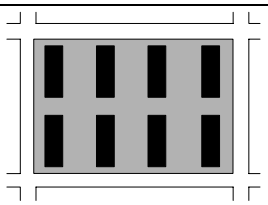
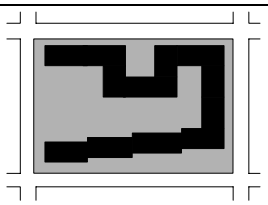
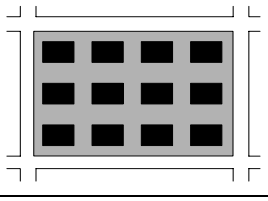
[27] Gassner, Heckenbücker, Thünker (1986) untersuchten insgesamt 34 Beispielgebiete; Menkhoff u. a. (1979) untersuchten 26 Beispielgebiete.

Über den auf diese Weise bestimmten Verkehrserschließungsaufwand lassen sich durch Multiplikation mit der entsprechenden Anzahl von Wohnungen bzw. m^2 Geschossfläche die Verkehrserschließungsflächen ermitteln, wenn die Geschossflächendichten bekannt sind. Aus der Verkehrserschließungsfläche sind Rückschlüsse auf Leitungslängen der Ver- und Entsorgung in Abhängigkeit von der Bebauungsform möglich (Abschnitt 3.2).

Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes

Wie im vorigen Abschnitt erläutert, werden sieben idealtypische Formen der Wohnbebauung (Bebauungsleittypen) unterschieden. Diesen werden, gestützt auf einer umfangreichen Literaturstudie, Geschossflächendichten zugewiesen (Tabelle 3.1) (Nachbarschaftsverband Karlsruhe 1999; Berning u. a. 1994; Planungsgruppe 504 1994; Kleindienst, Schatzer 1991; Gassner, Heckenbücker, Thünker 1986; Geisendorf u. a. 1983; Kirschenmann, Muschalek 1977).

Tabelle 3.1 Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes und ihre angenommenen Spannbreiten der Geschossflächendichte[28] (Zuordnung nach IÖR)

Leittyp der Bebauung	Abk.	Erscheinungsform	GFD von ... bis	
Freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser	EFB-1		0,1	0,4
Ein- und Zweifamilienhäuser als Doppelhäuser	EFB-2		0,2	0,5
Ein- und Zweifamilien häuser in Reihenhaus- und Gartenhofbauweise	EFB-3		0,4	0,8
Verdichtete Blockstrukturen	MFB-1		1,2	3,5
Zeilenstrukturen	MFB-2		0,5	1,3
Geschosswohnungsbau in offener Baustruktur	MFB-3		0,8	2,5
Aufgelockerte Blockstrukturen	MFB-4		0,5	1,8

[28] Die angegebenen Werte stellen nicht zwingend Extremwerte dar, sondern entsprechen üblichen realisierten Dichten.

Der statistisch erfasste Gebäude- und Wohnungsbestand kann diesen Bebauungsleittypen nach Baualtersklassen differenziert zugeordnet werden. Dies ist möglich, da sich ungeachtet regionaler Differenzierung und Verschiebungen in der zeitlichen Abfolge charakteristische Phasen der städtebaulichen Entwicklung erkennen lassen, in denen bestimmte Gebäude- und Bebauungstypen dominieren. Beispielsweise kann davon ausgegangen werden, dass Mehrfamilienhäuser vor dem Ersten Weltkrieg überwiegend in geschlossener Blockbauweise errichtet wurden. Seit den 20er Jahren bis Ende der 50er Jahre dominierten im Geschosswohnungsbau offenere Bauweisen, vor allem in Zeilenbebauung. Tabelle 3.2 zeigt die Ergebnisse der nach West- und Ostdeutschland differenzierten Zuordnung der Bebauungsleittypen zu den Baualtersklassen.

Tabelle 3.2 Bebauungsleittypen nach Baualtersklassen (Zuordnung nach IÖR)

Baualter	Ein- bis Zweifamilienhausbebauung	Mehrfamilienhausbebauung
Alte Bundesländer		
Bis 1918	EFB-1	MFB-1
1919 bis 1957	EFB-1	MFB-2
1958 bis 1968	EFB-1	MFB-3
1969 bis 1978	EFB-1, 2, 3	MFB-3
1979 bis 1999	EFB-1, 2, 3	MFB-4
2000 und später	entsprechend Szenarioannahmen	
Neue Bundesländer		
Bis 1918	EFB-1	MFB-1
1919 bis 1968	EFB-1	MFB-2
1969 bis 1990	EFB-1	MFB-3
1991 bis 1999	EFB-1, 2, 3	MFB-4
2000 und später	entsprechend Szenarioannahmen	

Berücksichtigung regionaler Dichtegefälle

Eine gebäudebezogene Zuordnung des Verkehrserschließungsaufwandes darf sich - dies zeigen statistische Analysen (Losch 1999a, S. 84; Statistisches Bundesamt 1988, S. 9) – nicht allein am Gebäudetyp und der Baualtersklasse orientieren. Zu berücksichtigen ist auch das bauliche Verdichtungsgefälle zwischen Großstädten und ländlich-peripheren Räumen. Die Wohnungsdichte – hier definiert als Anzahl der Wohnungen je Hektar Nettowohnbauland – weist erhebliche regionale Schwankungen auf, die in ihrem Ausmaß nicht allein auf die unterschiedliche regionale

Zusammensetzung des Gebäudebestandes zurückgeführt werden können. Auch bei ähnlichem Anteil der Ein- und Zweifamilienhäuser am Wohngebäudebestand zeigen Daten der kreisfreien Städte bzw. Landkreise starke Abweichungen der Wohnungsdichte[29] (WD) und damit auch der Geschossflächendichte[30] (GFD) (Tabelle 3.3). Erforderlich ist daher ein Schätzverfahren, das die regionalen Besonderheiten angemessen berücksichtigt.

Tabelle 3.3 Wohnungsdichte und abgeleitete Geschossflächendichte in Kreisen, typisiert nach dem Gebäudemix (Anteil der Ein- bis Zweifamilienhäuser) 1996/1997 (eigene Berechnungen auf Grundlage von Daten der Statistischen Landesämter)

Kreise und kreisfreie Städte mit einem Anteil an Ein- bis Zweifamilienhäusern am gesamten Wohnungsbestand	Anzahl der Kreise	Wohnungsdichte (Wohnungen je Hektar Nettowohnbauland) und Geschossflächendichte					
		Durchschnitt		Minimal		Maximal	
		WD	GFD	WD	GFD	WD	GFD
bis unter 60 %	31	82	0,93	52	0,59	236	2,67
60 bis unter 70 %	29	57	0,64	40	0,45	80	0,91
70 bis unter 80 %	39	46	0,52	30	0,34	92	1,04
80 bis unter 90 %	113	31	0,35	16	0,18	70	0,79
über 90 %	132	23	0,26	11	0,12	38	0,43

Auch innerhalb eines Bebauungsleittyps können deutliche Abweichungen der baulichen Dichte auftreten. Ein Gebiet mit freistehenden Einfamilienhäusern im ländlichen Raum ist erheblich geringer verdichtet als ein ähnliches Gebiet in Kernstädten, wo der hohe Bodenpreis eine dichte Bebauung erzwingt. Um dies in angemessener Weise zu berücksichtigen, werden die Dichtewerte eines jeden Bebauungsleittyps raumbezogen modifiziert. Der räumliche Bezug baut auf der vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) entwickelten Systematik der Raumgliederung auf (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1998, S. 1 ff.).

Das BBR unterscheidet drei siedlungsstrukturelle Regionstypen nach der zentralörtlichen Bedeutung des Zentrums und der Bevölkerungsdichte der Regionen: „Agglomerationsräume“, „Verstädterte Räume“ und „Ländliche Räume“. Derzeitige regionale bauliche Dichteunterschiede und mögliche Wirkungen zukünftiger Suburbanisierungsbewegungen lassen sich mit dieser Systematik aber nicht ausreichend genau

[29] Mit dem Indikator Wohnungsdichte (siehe Glossar) können regionale Dichtegefälle der Wohnnutzung bei vergleichbarer Zusammensetzung des Wohngebäudebestandes aufgezeigt werden. Der Indikator eignet sich daher sehr gut für eine Abschätzung regionaler Dichteniveaus, wie sie in diesem Abschnitt vorgenommen wird.

[30] Die Geschossflächendichte wurde aus den Werten der Wohnungsdichte überschlägig unter Annahme der in der Bautätigkeitsstatistik ausgewiesenen mittleren Wohnfläche von 1997 von 90,5 m² und einem Verhältnis von Geschossfläche zu Wohnfläche von 1,25 : 1,00 ermittelt.

abbilden.[31] Eine tiefere räumliche Gliederungssystematik liefert die Kreistypologie des BBR (siehe Abbildung 3.4). Maßgeblich für die Unterscheidung der 9 Kreistypen (Benennung vgl. Abbildung 3.5) sind die Bevölkerungsdichte und die Zuordnung zum siedlungsstrukturellen Regionstyp.

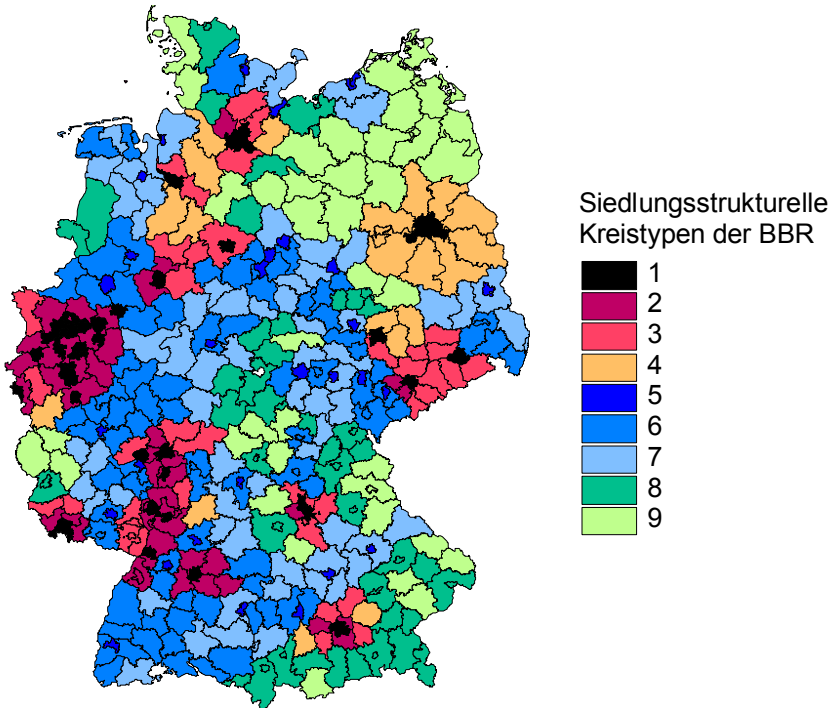


Abbildung 3.4 Kreistypologie des BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung 1998)

Um derzeitige und zukünftige bauliche Dichteunterschiede ausreichend berücksichtigen zu können, ohne sich in einem unüberschaubaren Annahmengerüst der Dichteschätzung zu verlieren, wird abweichend von der Systematik der BBR-Regionstypen auf Grundlage der siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBR eine „neue“ Raumtypologie eingeführt. Unterschieden werden Kernstädte (Raumtyp I: Kreistypen 1 und 5), der erweiterte suburbane Raum (Raumtyp II: Kreistypen 2, 3, 4, 6) und der ländliche Raum (Raumtyp III: Kreistypen 7, 8, 9). Zusammengefasst werden somit Kreise mit annähernd vergleichbarer derzeitiger bzw. erwarteter Bebauungsdichte.[32]

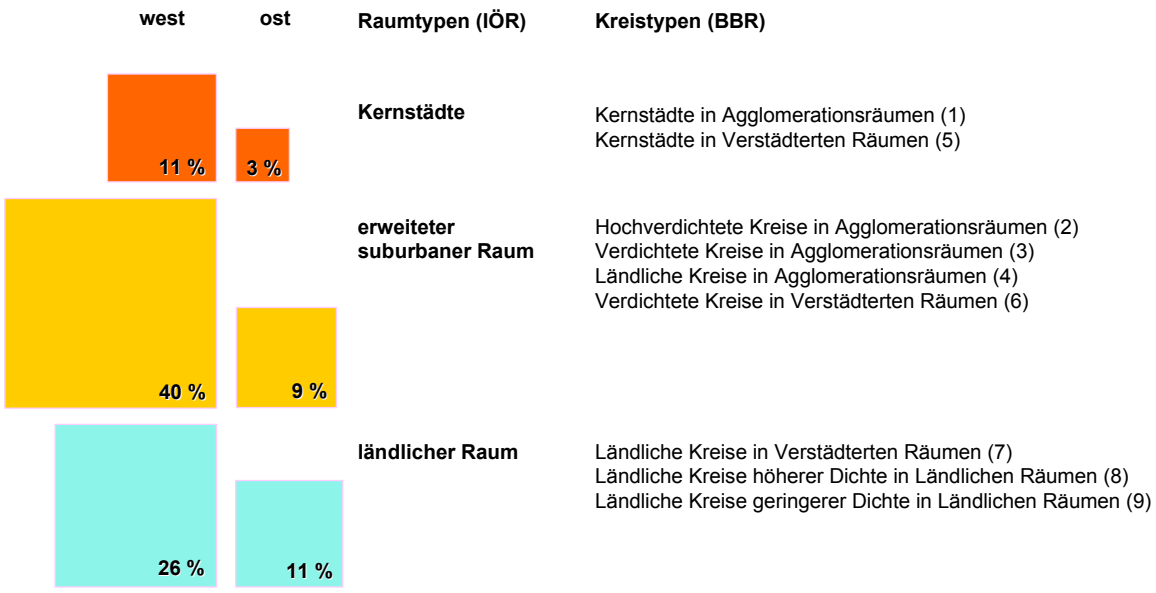
Hauptanliegen der Raumtypologisierung ist es, die stoffstrombezogene, Raum und Zeit vergleichende Modellierung unterschiedlicher Entwicklungspfade des Bauens und Wohnens auf nationaler Ebene möglichst weitgehend zu präzisieren. Eine

[31] So gehören z. B. der „Kreis“ Berlin und die als Kranz angeordneten brandenburgischen Kreise um Berlin demselben Regionstyp an.

[32] Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass dabei aufgrund des vom BBR verwendeten Schwellenwertes zur Ausgrenzung von “Kernstädten” (mind. 100.000 Einwohner) auch größere Regionalstädte, die eher kernstädtischen Charakter aufweisen, dem suburbanen bzw. ländlichen Raum zugeschlagen werden können.

möglichst präzise Darstellung zukünftiger Stoffströme einzelner konkreter Kreise und Regionen ist jedoch nicht Gegenstand der Forschungsarbeit und mit dem zugrunde liegenden Annahmengerüst nicht zulässig. Vielmehr wird die gesamtdeutsche Perspektive eingenommen, aus der grundsätzliche Entwicklungspfade des Bauens und Wohnens aufgezeigt werden. Eine Unterscheidung zwischen Ost (NBL) und West (ABL) erscheint aufgrund der deutlich unterschiedlichen Ausgangssituationen sinnvoll. In der nachfolgenden Abbildung sind die Größenverhältnisse der Siedlungs- und Verkehrsflächen in den Raumtypen getrennt nach Ost/West dargestellt, mit Angabe der aktuellen prozentualen Anteile. Auf eine räumliche Verortung der Raumtypen wurde verzichtet, um den Eindruck zu vermeiden, dass es sich um ein regionales Modell handelt.

Abbildung 3.5 Raumtypologie (IÖR) (Aktuelle Anteile der Siedlungs- und Verkehrsflächen in den Raumtypen in Prozent der gesamten Siedlungs- und Verkehrsflächen in Deutschland)



Da keine Statistik zur Geschossflächendichte des Bestandes existiert, kann die raumtypische Differenzierung innerhalb der Bebauungsleittypen nur auf Basis statistischer „Hilfsgrößen“, Angaben aus der Literatur sowie eigener Fachkompetenz des IÖR erfolgen. Als statistische Hilfsgröße kann die Wohnungsdichte herangezogen werden, welche die Anzahl der in einer Gebietseinheit gezählten Wohnungen mit dem Nettowohnbauland in Beziehung setzt.

Die Wohnungsdichte, die mit auf Kreisebene verfügbaren Daten aus der Wohnungs- und Flächenstatistik abgeleitet werden kann, ermöglicht eine überschlägige Einschätzung der regionalen Dichte des Wohnungsbestandes. Die Wohnungsdichte korreliert mit der Geschossflächendichte. Hohe bzw. niedrige Wohnungsdichten gehen tendenziell einher mit hohen bzw. niedrigen Geschossflächendichten. Die

Wohnungsdichte gibt somit eine Orientierung für die Einschätzung der raumtypenspezifischen Geschossflächendichte der Bebauungsleittypen innerhalb der in Tabelle 3.1 genannten Bandbreiten. Eine mathematische Ableitung der Dichtewerte mit Hilfe der Wohnungsdichte wird als nicht sinnvoll erachtet, da aus verfügbaren statistischen Daten kein direkter Zusammenhang zwischen Wohnungs- und Bebauungsdichte differenziert nach Bebauungsformen herstellbar ist. Vielmehr hat das IÖR unter Beachtung der oben genannten Zusammenhänge die Geschossflächendichten innerhalb der genannten Bandbreiten der Bebauungsleittypen nach eigener Experteneinschätzung gesetzt. Im Modell wird unterstellt, dass sich die gesamte Wohnbebauung der Bundesrepublik in Gebieten mit überwiegender Wohnnutzung befindet. Wohnungen in Mischgebieten, in denen neben Wohnen ein erheblicher Anteil an Gewerbenutzung zugelassen ist, werden aus methodischen Gründen den Gebieten mit überwiegender Wohnnutzung zugeordnet. Dadurch wird es möglich, nur die dem Wohnen zurechenbare Infrastruktur abzubilden. Tabelle 3.4 zeigt die angenommenen raumtypenspezifischen Geschossflächendichten für die Bebauungsleittypen.

Tabelle 3.4 Geschossflächendichte der Bebauungsleittypen unter Berücksichtigung regionaler Dichtegefälle (Einschätzung IÖR)

Raumtypen (Kürzel)	Geschossflächendichte der Bebauungsleittypen						
	EFB-1	EFB-2	EFB-3	MFB-1	MFB-2	MFB-3	MFB-4
Kernstädte (I)	0,30	0,50	0,70	2,50	1,30	1,50	1,20
Erweiterter suburbaner Raum (II)	0,20	0,30	0,50	1,70	1,10	1,20	0,70
Ländlicher Raum (III)	0,15	0,30	0,40	1,20	0,60	0,80	0,50

Dateneinsatz zur Schätzung der Verkehrserschließungsfläche im Wohngebäudebestand

Die bereits beschriebenen Modellfunktionen nach Gassner/Thünker und Menkhoff u. a. (vgl. Abbildung 3.2, Abbildung 3.3) stellen einen Zusammenhang zwischen Verkehrsflächenaufwand und Geschossflächendichte her. Sie setzen bei der Anzahl der Wohnungen und der Wohnfläche[33] in Wohngebäuden an. Die Wohngebäude können nach Baualtersklassen differenziert werden. Zur Einschätzung der realisierten Geschossflächendichten wurden die Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes definiert. Weiter wurde zur Berücksichtigung regionaler Dichtegefälle eine Unterscheidung der Bebauungsleittypen in ihrer Dichte nach Raumtypen vorgenommen.

Eine Anwendung des Modells benötigt daher Angaben zur Anzahl von Wohnungen und zur Wohnfläche in Wohngebäuden, differenziert nach Gebäudetypen[34] und Bau-

[33] Zur Umrechnung von Wohn- zu Geschossfläche kann mit Orientierungswerten aus der städtebaulichen Literatur gearbeitet werden. Im Mittel kann das Verhältnis Geschossfläche zu Wohnfläche mit 1,25 : 1,00 angenommen werden (Müller, Korda 1999, S. 117).

[34] Ein- bis Zweifamilienhäuser (EFH) und Mehrfamilienhäuser (MFH)

altersklassen. Der so charakterisierte Gebäudebestand kann dann entlang der definierten Baualtersklassen (vgl. Tabelle 3.2) den Bebauungsleittypen zugeordnet werden. Zur Aggregation raumtypenspezifischer Daten ist als Ausgangsbasis eine nach Landkreisen bzw. kreisfreien Städten (Landkreise bzw. kreisfreie Städte ähnlicher siedlungsstruktureller Merkmale werden vom BBR zu Kreistypen zusammengefasst) differenzierte Wohngebäudebestandsstatistik erforderlich (Tabelle 3.5), da nur auf dieser unteren Ebene die erforderlichen Daten abrufbar sind.

Tabelle 3.5 Erforderliche Struktur der Daten des Gebäude- und Wohnungsbestandes zur Schätzung der Verkehrserschließungsfläche von Wohngebäuden im Bestand

Wohngebäude														
Davon mit 1 und 2 Wohnungen									Davon mit 3 und mehr Wohnungen					
Baujahr von ... bis									Baujahr von ... bis					
bis 1918			1919 bis 1948			Etc.			bis 1918			Etc.		
Gebäude	Wohnungen	Wohnfläche	Gebäude	Wohnungen	Wohnfläche				Gebäude	Wohnungen	Wohnfläche			
Regionale Gliederung: Landkreise bzw. kreisfreie Städte														

Kreisdaten unterliegen der Hoheit der Bundesländer. Die länderübergreifend einheitliche Struktur der Daten ist in Mindestveröffentlichungsprogrammen geregelt. Auswertungen über diese Standardtabellen hinaus sind in der Regel mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden.[35] In den Kreistabellen der Mindestveröffentlichungsprogramme der GWZ 87 und GWZ 95 sind für die Gebäudetypen "Ein- bis Zweifamilienhäuser" und "Mehrfamilienhäuser" die modellrelevanten Merkmale "Anzahl der Wohngebäude" und "Anzahl der Wohnungen" kombiniert mit den Baualtersklassen abrufbar.

Die Entwicklung der Datenbasis für den Wohnungsbestand zum Szenario-Startjahr des BASiS-2-Modells baut auf diesen Daten auf. Durch Aggregation der Kreisdaten zu Daten für die Kreistypen und daraus zu Daten der Raumtypen wird ein kompletter Datensatz des Wohnungsbestandes für die Bundesrepublik Deutschland bottom-up erstellt. Dieser Datensatz ist differenziert nach Alten und Neuen Bundesländern, nach Raumtypen, Gebäudetypen (EFH und MFH) sowie Baualtersklassen. Aus dem so strukturierten Datensatz lässt sich die Verkehrserschließungsfläche der Wohnbebauung der Bundesrepublik Deutschland ermitteln.

[35] In den Alten Bundesländern liegen die Daten der Mindestveröffentlichungsprogramme in gedruckter Form vor. Zur Weiterverarbeitung mussten sie digital aufbereitet werden. Die Daten der Kreistabellen der GWZ 95 konnten mit Ausnahme der Länderdaten Mecklenburg-Vorpommerns digital abgerufen und direkt weiterverarbeitet werden. Mit Ausnahme der Länderdaten Sachsens waren Anforderungen über diesen Mindeststandard hinaus entweder nicht oder nur mit hohem finanziellen und zeitlichem Aufwand von den zuständigen statistischen Landesämtern erfüllbar. Für Sachsen konnten die Kreisdaten in der erforderlichen Merkmalskreuzung ohne zusätzlichen Aufwand abgerufen werden.

Dazu wurde die Datenbasis entlang der beschriebenen erforderlichen Struktur für die Erhebungsjahre der genannten Vollerhebungen aufbereitet.[36] Um Ausgangswerte für die Szenarioberechnungen zu erhalten, mussten sie unter Beibehaltung der entwickelten inhaltlichen und räumlichen Struktur zusätzlich bis zum Ausgangsjahr 2000 hochgerechnet werden. Hierfür wurden Fortschreibungsdaten aus der Bautätigkeitsstatistik genutzt und Annahmen bzgl. der Höhe und Altersstruktur der jährlichen Abgänge getroffen. Die Wohnungsbestandsdaten, die Verfahrensbeschreibung und die erforderlichen Annahmen sind im Anhangband (Kapitel 1.1) aufgeführt.

Überprüfung des Verfahrens zur Abschätzung der Verkehrserschließungsfläche

Um die Praktikabilität der entwickelten Vorgehensweise zur Einschätzung der Verkehrserschließungsfläche der Wohnbebauung der Bundesrepublik Deutschland zu überprüfen, wurden Modellrechnungen durchgeführt. Sie basieren auf dem vollständigen Datensatz der Gebäude- und Wohnungszählung in Ostdeutschland (GWZ 95) sowie ausgewählter Länderdaten der Gebäude- und Wohnungszählung 1987 in Westdeutschland.[37]

Für die Neuen Bundesländer insgesamt (ohne Ost-Berlin) errechnet sich für das Jahr 1995 eine Verkehrserschließungsfläche von etwa 363 km² (basierend auf der wohnungsbezogenen Dichtefunktion) und 347 km² (basierend auf der geschossflächenbezogenen Dichtefunktion). Für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Hessen, Rheinland-Pfalz, Bayern und Saarland errechnet sich eine Verkehrserschließungsfläche von etwa 818 km² (aus der Anzahl der Wohnungen) und 1.055 km² (aus der Geschossfläche).

Diese Bottom-up-Schätzung der wohnungs- bzw. geschossflächenbezogenen Verkehrserschließungsfläche wurde mit einer Top-down-Schätzung auf ihre Plausibilität überprüft. Hierzu wurde die Verkehrserschließungsfläche auf der Grundlage von Daten der amtlichen Flächenerhebungen und städtebaulichen Kenngrößen überschlägig ermittelt. Für die Neuen Bundesländer ohne Berlin ergibt sich folgendes Bild:

[36] 1987 für die ABL und 1995 für die NBL

[37] Zum Zeitpunkt der Durchführung der Modellrechnungen lagen die Daten zum Gebäude- und Wohnungsbestand noch nicht für alle Bundesländer vor. Auf eine Wiederholung der Modellrechnung mit vervollständigtem Datensatz wurde verzichtet, da davon keine neuen Erkenntnisse zu erwarten sind.

Tabelle 3.6 Top-down-Schätzung der Verkehrserschließungsfläche des Wohnens – NBL (Ableitung IÖR)

Siedlungs- und Verkehrsfläche am 31.12.1996 (Statistisches Bundesamt 1997)	8.795 km^2
durchschnittliches jährliches Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche in den Neuen Bundesländern (geschätzt)	1,5 %
Siedlungs- und Verkehrsfläche 1995 (geschätzt)	8.660 km^2
Geschätzter Anteil des Nettowohnbaulandes an der Siedlungs- und Verkehrsfläche	15-20 %
geschätzter Umfang des Nettowohnbaulandes (absolut)	1.300-1.730 km^2
Verhältnis von Verkehrserschließungsfläche und Nettowohnbauland	1 : 5 - 1 : 4 (vgl. Fußnote 40)
Geschätzte Verkehrserschließungsfläche des Wohnens	260-430 km^2

Für die ausgewählten Bundesländer Westdeutschlands ergeben sich folgende Werte:

Tabelle 3.7 Top-down-Schätzung der Verkehrserschließungsfläche des Wohnens – ausgewählte ABL (Ableitung IÖR)

Siedlungs- und Verkehrsfläche am 31.12.1988 (Dosch 1994)	18.780 km^2
durchschnittliches jährliches Wachstum der Siedlungs- und Verkehrsfläche in den Alten Bundesländern (geschätzt)	1,0 %
Siedlungs- und Verkehrsfläche 1987 (geschätzt)	18.500 km^2
Geschätzter Anteil des Nettowohnbaulandes an der Siedlungs- und Verkehrsfläche	20-30 %
geschätzter Umfang des Nettowohnbaulandes (absolut)	3.700-5.500 km^2
Verhältnis von Verkehrserschließungsfläche und Nettowohnbauland	1 : 5 – 1 : 4 (vgl. Fußnote 40)
Geschätzte Verkehrserschließungsfläche des Wohnens	740-1.380 km^2

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche betrug in Ostdeutschland im Jahre 1995 knapp 8.700 km^2, wovon geschätzte 15 bis 20 % für wohnbauliche Zwecke genutzt waren[38]. Der Wohnbauflächenanteil[39] an der Siedlungs- und Verkehrsfläche wird für die Neuen Bundesländer aufgrund des geringen Bestandes flächenintensiver Bauformen (geringer Einfamilienhausanteil) deutlich niedriger angesetzt als für die Alten Bundesländer, für die Losch (1999b, S. 31) einen Anteil von etwa 25 bis 30 % angibt. Wird in einem nächsten Schritt ein Verhältnis von Verkehrserschließungsfläche und

[38] Es liegen lediglich für Mecklenburg-Vorpommern und für Brandenburg statistische Werte vor. Danach betrug der Wohnbauflächenanteil an der Siedlungs- und Verkehrsfläche 1996 in Mecklenburg-Vorpommern etwa 12 % und in Brandenburg 18 % (eigene Berechnung auf der Grundlage von Daten der Statistischen Landesämter).

[39] Die Wohnbaufläche entspricht annähernd dem Nettowohnbauland.

Nettowohnbauland von etwa 1 : 5 bis 1 : 4 angesetzt,[40] errechnet sich eine Verkehrserschließungsfläche für die Neuen Bundesländer zwischen 260 und 430 km^2, für die ausgewählten Alten Bundesländer ergibt sich ein Korridor von 740 bis 1.380 km^2.

Der Vergleich der Bottom-up-Modellrechnung mit der Top-down-Schätzung zeigt eine akzeptable Übereinstimmung. Die für die Neuen Bundesländer errechneten Werte (Bottom-up) liegen genau in der Mitte des ermittelten Korridors der Top-down-Schätzung. Die westdeutschen Werte liegen im unteren Drittel bzw. der Mitte des vorgegebenen Korridors (Tabelle 3.8). Die Gegenüberstellung verdeutlicht zudem, dass beide verwendeten Funktionen zur dichteabhängigen Ableitung des Verkehrserschließungsaufwandes zu vertretbaren Ergebnissen führen.

Tabelle 3.8 Vergleich der geschätzten Verkehrserschließungsflächen nach Bottom-up- und Top-down-Ansatz

Gebiet	Verkehrserschließungsfläche in km²	
	Bottom-up	Top-down
Neue Bundesländer	363 (1) bzw. 347 (2)	260-430
Ausgewählte Alte Bundesländer	818 (1) bzw. 1.055 (2)	740-1.380

1: aus der Wohnungsanzahl ermittelt; 2: aus der Geschossfläche ermittelt

Die Datengrundlage, die mit der Ermittlung der Verkehrserschließungsfläche im Wohnungsbestand geschaffen wurde, ist Ausgangsbasis der Szenarienberechnungen, bei denen zu erwartende Stoffströme alternativer Entwicklungspfade einander gegenübergestellt werden. Im Vordergrund steht der Vergleich der Stoffströme und der Flächeninanspruchnahme alternativer Pfade, nicht deren absolute Höhe. Den Anforderungen eines Vergleichs genügen beide genannten Ansätze gleichermaßen. Entscheidend für die Wahl der Dichtefunktion sind also die Gesichtspunkte, die im Zusammenhang mit der Implementierung der Infrastrukturmodule in das Stoffstrommodell BASiS beachtet werden müssen. Der Datensatz in BASiS enthält zum einen die Anzahl der Wohnungen, zum anderen Angaben zur Wohnfläche bzw. daraus ableitbar die Geschossfläche der Haustypen. Eine Ankoppelung des Verkehrserschließungsaufwandes an die Geschossfläche ist eindeutig möglich. Deshalb wurde für die Einbindung der Erschließungsaufwendungen in das Stoffstrommodell die geschossflächenbezogene Dichtefunktion (vgl. Abbildung 3.3) gewählt.

[40] Diese Annahme beruht auf Angaben in verschiedenen Untersuchungen. Müller, Korda (1999, S. 119) gehen von einem Flächenbedarf für den fließenden internen Verkehr von 12 bis 16 % des Nettowohnbaulandes aus. Höhere Werte geben Holst, Hogrebe, Krüger (1997, S. 17 ff.) an. Der Verkehrsflächenanteil bezogen auf das Nettowohnbauland variiert bei den hier untersuchten Wohn- und Mischgebieten zwischen 15 und 20 % (Einfamilienhausgebiete) und 20 bis 30 % (verdichtete Wohn- und Mischgebiete). Für den Testlauf wurde die gleiche Bandbreite für das Verhältnis von Verkehrserschließungsfläche und Nettowohnbauland in den Alten und Neuen Bundesländern angesetzt, da hier im Gegensatz zum Anteil des Nettowohnbaulandes an der Siedlungs- und Verkehrsfläche eine eindeutige Differenzierung der Werte für die Alten und Neuen Bundesländer ungleich schwieriger ist. Darüber hinaus können die Werte aus der Fachliteratur nicht eindeutig den Alten oder Neuen Bundesländern zugeordnet werden.

3.1.4 Verkehrserschließungsaufwand im Wohnungsneubau

Die in Abschnitt 3.1.3 definierten Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes sind geeignet, den Verkehrserschließungsaufwand der inneren Wohngebietserschließung im Bestand des Jahres 2000 abzubilden. Sie dienen als Ausgangsbasis für die Szenarienerstellung. Für die Modellierung des Verkehrserschließungsaufwandes der Neubebauung im Rahmen der Szenarien sind sie nicht ausreichend geeignet. Zum einen lassen sich damit keine Maßnahmen der Innenentwicklung abbilden, zum anderen sind die sieben unterschiedlichen Erscheinungsformen der Bebauung für die Erstellung der Szenarien zu starr und städtebaulich einschränkend. Deshalb folgt die Modellierung des Neubaus einer eigenen Systematik.

Um denkbare zukünftige Aufwendungen für Verkehrserschließungsflächen abbilden zu können, ist eine Differenzierung möglicher Bebauungsformen nach ihrer strukturellen Erscheinungsform spekulativ und wenig hilfreich. Wichtig ist vielmehr eine deutliche Unterscheidung möglicher zukünftiger Bebauungsformen nach der Bebauungsdichte, da diese die erforderliche Verkehrserschließungsfläche entscheidend beeinflusst.

Der zukünftige Wohnungsneubau ist zwischen einer Neubebauung im baulichen Außenbereich („Bauen auf der grünen Wiese“) und Baumaßnahmen innerhalb des bereits besiedelten Bereiches von Städten und Gemeinden („Innenentwicklung“) zu unterscheiden. Wohnungsneubau im Außenbereich ist mit einer Zunahme von Siedlungs- und Verkehrsfläche verbunden und erfordert den Neubau von Erschließungsanlagen. Innenentwicklungsmaßnahmen sind „flächenneutral“[41], d. h., sie erfordern keine zusätzliche Inanspruchnahme bislang nicht baulich genutzter Flächen. Sie sind zudem mit geringeren Infrastrukturaufwendungen verbunden, da sie bauliche Optionen im Siedlungsbestand nutzen.

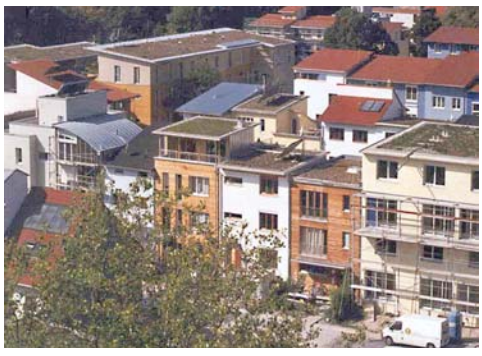
Neubau “auf der grünen Wiese” (Außenentwicklung)

Eine Neubebauung auf Freiflächen in Orts- bzw. Stadtrandlage setzt zunächst die Schaffung von Baurecht voraus, was üblicherweise in einem Bebauungsplan nach § 30 BauGB erfolgt. Neben der Schaffung der erforderlichen rechtlichen Voraussetzungen müssen die Gebiete mit der notwendigen Infrastruktur erschlossen werden - den Ver- und Entsorgungsleitungen, den Verkehrsanlagen und ggf. auch mit Einrichtungen der sozialen Infrastruktur wie Schulen, Kindergärten oder Krankenhäuser. Gegenstand dieser Studie sind Ver- und Entsorgungsleitungen sowie die Verkehrserschließungsfläche (Verkehrswege der inneren Erschließung). Für die Szenarien kann man die Wohnbauentwicklung von zwei Gedankenmodellen her angehen. So ist es möglich, sich Leittypen zukünftiger Bebauungen entsprechend der am Bestand entwickelten Systematik der Bebauungsleittypen bildhaft vorzustellen. Statt Bebauungsmuster zu skizzieren, wie es beim Bestand sinnvoll war, ist in diesem Falle eine

[41] Die Neutralität bezieht sich lediglich auf die Quantität. Flächenqualitäten werden in diesem Projekt nicht betrachtet.

Bebilderung hilfreich. Anhand von Beispielen können sie einen Eindruck von Bebauungstypen unterschiedlicher Dichteausprägung vermitteln.

Tabelle 3.9 Bebauungstypen des Neubaus (Beispiele)

Ein und Zweifamilienhausbebauung mit geringer bis mittlerer städtebaulicher Dichte Die Geschossflächendichten (0,1-0,5) werden in Anlehnung an die jüngsten Baualtersklassen der Bestandsmodellierung angenommen	
Ein und Zweifamilienhausbebauung mit mittlerer städtebaulicher Dichte Die GFD werden am oberen Limit der Ein- und Zweifamilienhaubebauung (0,4-0,8) angesetzt (Reihenhäuser, verdichteter Flachbau etc.).	
Mehrfamilienhausbebauung mit mittlerer bis hoher städtebaulicher Dichte Die Geschossflächendichten (0,5-1,8) werden in Anlehnung an die jüngsten Baualtersklassen der Bestandsmodellierung angenommen.	
Mehrfamilienhausbebauung mit hoher städtebaulicher Dichte Die GFD wird mit mindestens 1,2 angenommen. Darüber hinaus sind keine dichteabhängigen Einsparungen der Verkehrserschließungsfläche mehr zu erwarten.	

Diese Bebilderung ist durch das zweite Gedankenmodell zu ergänzen. Dieses beruht auf Annahmen von Geschossflächendichten für Haustypen. Geschossflächendichten werden auf der Grundlage von Orientierungswerten aus der städtebaulichen Literatur und aus Modellprojekten direkt den Gebäuden zugewiesen.

Die Implementierung des Verkehrserschließungsaufwandes in das Stoffstrommodell basiert auf diesem zweiten Gedankenmodell. Dabei werden raumtypendifferenzierte Geschossflächendichten Neubau-Haustypen zugeordnet. Tabelle 3.10 zeigt die angenommenen Geschossflächendichten der Neubau-Haustypen (vgl. zu Details der Neubauhaustypen Kap. 4.4 des Anhangbandes zum Endbericht BASiS-1: Öko-Institut 1999), jeweils differenziert nach den Raumtypen. Dieses Vorgehen entspricht der Systematik des Stoffstrommodells BASiS. Es lässt eine hohe Flexibilität bei der Gestaltung von Annahmen zur Erstellung der Szenarien zu. So können denkbare Entwicklungen durch Veränderungen von Annahmen sowohl bezüglich der Anteile der Haustypen des Neubaus am zukünftigen Baugeschehen als auch bezüglich der Verteilung der Neubau-Haustypen auf Kernstädte, suburbane oder ländliche Räume gestaltet werden.

Tabelle 3.10 Angenommene Geschossflächendichte der Gebäudetypen des Neubaus

Raumtyp (Kürzel)	EFH	DHH	2-FH	RHH	MFH 3-6	MFH 7-12	MFH 13+x
Kernstädte (I)	0,4	0,5	0,5	0,8	1,2	2,0	2,0
Erw. suburbaner Raum (II)	0,3	0,3	0,3	0,6	1,0	1,2	1,2
Ländlicher Raum (III)	0,15	0,2	0,2	0,4	0,5	0,8	0,8

EFH: freistehendes Einfamilienhaus; DHH: Doppelhaushälfte, 2-FH Zweifamilienhaus, RHH: Reihenhaus,

MFH 3-6: Mehrfamilienhaus mit 3-6 Wohnungen etc.

Baumaßnahmen auf existierenden Siedlungsflächen (Innenentwicklung)

Vor dem Hintergrund des anhaltenden „Flächenverbrauchs“ in der Bundesrepublik Deutschland wurde bereits Anfang der 80er Jahre eine stärker bestandsorientierte Siedlungs- und Baupolitik gefordert, die auch als „Innenentwicklung“ (vgl. Anhangband, Kapitel 2.2) bezeichnet wird.[42] Innenentwicklung strebt nach einer Bedarfsdeckung zusätzlicher Nutzflächen innerhalb des baulichen Bestandes, welcher gleichzeitig eine umfassende Verbesserung seiner ökologischen Bedingungen erfahren soll (BMBau 1986, S. 83). Der Begriff der Innenentwicklung dient gewisser-

[42] Der Begriff Innenentwicklung wird in der Fachliteratur unterschiedlich weit gefasst. Im Baulandbericht 1986 wird eine sehr weite Definition von Innenentwicklung verwendet. Sie umfasst nahezu alle Aufgaben der Stadterneuerung von der Stadtbildpflege und Stadterhaltung, Wohnumfeldverbesserung, Verkehrsberuhigung, Wohnungsmodernisierung und -instandsetzung, Wohnungsneubau, Reaktivierung von Brachen, Aktivierung von Restflächen, Altlastensanierung bis zur Entwicklung neuer Ortsteilzentren. Lütke-Daldrup (1989) definiert Innenentwicklung mit der „Unterbringung von neuen Flächenbedarfen in bereits besiedelten Bereichen auf bereits genutzten Flächen im Rahmen vorhandener Baurechte“. Das in diesem Bericht dokumentierte Forschungsprojekt lehnt sich an die Definition von Lütke-Daldrup an..

maßen als Klammer für ganz unterschiedliche Maßnahmen, deren gemeinsames Merkmal die qualitative und quantitative Aufwertung des baulichen Bestandes ist.

Die wichtigsten Maßnahmen sind die kleinteilige Baulückenschließung, die Revitalisierung von brachgefallenen Flächen im Siedlungsbestand (Flächenrecycling) sowie die Nachverdichtung bestehender Quartiere (städtebauliche Nachverdichtung im Geschosswohnungsbau und strukturelle Nachverdichtung in Ein- und Zweifamilienhausgebieten).

Neben solchen primär auf den Zubau von Nutzflächen gerichteten Maßnahmen werden auch qualitativ orientierte Ansätze wie gebäudebezogene Maßnahmen (Dachgeschossaufstockung, Anbau an bestehende Gebäude) oder Maßnahmen der Wohnumfeldverbesserung unter Innenentwicklung subsumiert.

In der Literatur werden auch Baumaßnahmen auf Arrondierungsflächen (Restflächen zur Abrundung des Ortsrandes) zur Innenentwicklung gezählt (Lütke-Daldrup 1989, S. 71). Die Nutzung von Flächen am Ortsrand kann dabei unter Ausnutzung der Netzreserven der Ver- und Entsorgungsleitungen (äußere Wohngebietserschließung) der gestalterischen Abrundung des Ortsbildes dienen (Döhler, Reuter 1999, S. 28 ff.). Da die vorliegende Studie sich auf die innere Wohngebietserschließung beschränkt, werden Maßnahmen auf Arrondierungsflächen im Rahmen der Modellierung nicht unter Innenentwicklung gefasst, sondern wie Neubebauung „auf der grünen Wiese“ behandelt.

Maßnahmen der Innenentwicklung verhalten sich „baulandneutral“, d. h., sie bedingen keine Erweiterung des Siedlungsflächenbestandes. Die Nachnutzung einer Industriebrache oder die Nachverdichtung eines Wohngebietes sind aber nicht in jedem Fall auch „infrastrukturneutral“. Während bei kleinteiligen Ergänzungsbauten in Baulücken die Grundstücke in der Regel bereits erschlossen sind, kann es bei großflächigen Revitalisierungsvorhaben auf Brachflächen oder bei komplexeren Nachverdichtungsmaßnahmen zu Erschließungsaufwendungen kommen. Der Grad der Nutzbarkeit vorhandener Anlagen der inneren Erschließung ist stark von den örtlichen Gegebenheiten im Einzelfall abhängig. Um die Maßnahmen modellierbar zu machen, werden aus Plausibilitätsüberlegungen heraus folgende vereinfachende Annahmen getroffen: Grundstücke, auf denen infrastrukturneutrale Maßnahmen stattfinden, sind bereits vollständig erschlossen. In Gebieten mit infrastrukturrelevanten Maßnahmen wird demgegenüber ein Neubau der erforderlichen Erschließungsanlagen unterstellt.[43]

[43] Zum Erschließungsaufwand von Brachflächenrevitalisierungen gibt es bislang nach Kenntnis der Verfasser kaum wissenschaftliche Studien. Keding (1997, S. 71) hat bei einem Vergleich der Kosten für die Verkehrserschließung von Neubauprojekten im Außenbereich und Revitalisierungen von Brachflächen keine signifikanten Unterschiede ermitteln können.

Tabelle 3.11 Infrastrukturrelevanz der Innenentwicklung

Infrastrukturneutral **(I-0)**	**Infrastrukturrelevant** **(I+)**
• gebäudebezogene Maßnahmen • kleinteilige Baulückenschließungen • geringe strukturelle Nachverdichtung in Ein- und Zweifamilienhausgebieten	• städtebauliche Nachverdichtung im Geschosswohnungsbau • Flächenrecycling • starke strukturelle Nachverdichtung in Ein- und Zweifamilienhausgebieten

Diese Neubautätigkeiten werden im Modell durch Annahme einer gebäudetypenbezogenen Geschossflächendichte (entsprechend der Annahmen beim Neubau im Außenbereich) modelliert. Die Infrastrukturkennwerte werden in das Modell je nach Relevanz (vgl. Tabelle 3.11) übernommen. Es wird aber keine Inanspruchnahme von Nettowohnbauland bzw. Verkehrserschließungsfläche zusammen mit der Außenentwicklung[44] bilanziert, da keine neuen Flächen in Anspruch genommen werden, die nicht bereits als Siedlungs- und Verkehrsflächen ausgewiesen waren.

3.2 Gebäudebezogene Stoffkennwerte der inneren Wohngebietserschließung (Infrastrukturmodul)

Mit der Entwicklung des Dichtemodells (Abschnitt 3.1) ist es möglich, Wohngebäuden Nettowohnbauland und eine Verkehrserschließungsfläche zuzuordnen. Die Beschreibung der stofflichen Aufwendungen für die innere Wohngebietserschließung erfordert Kenntnis über die Dimension und stoffliche Zusammensetzung des Aufbaus der Straßen und Wege sowie über die Länge, Dimension und Materialzusammensetzung der Rohrleitungen. Dies für den Gebäudebestand der Bundesrepublik herzuleiten ist Gegenstand dieses Abschnittes.

Die Entwicklung der Stoffkennwerte der Straßen und Rohrleitungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für den Bestand und Neubau erfolgte auf der Ebene von Wohngebietsausschnitten, abstrahiert durch die Bebauungsleittypen.[45] Die Versorgungsleitungen im Bereich Energie (Gas-, Fernwärme) werden im Stoffstrommodell abweichend hierzu durch das an BASiS angekoppelte Prozesskettenmodell GEMIS berechnet. Entsprechend der Nachfrage nach Energieträgern (Nach-

[44] BASiS-2 kann die Szenareinergebnisse für die Inanspruchnahme von Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche differenziert nach Außenentwicklung und „Brachen“ (Infrastrukturrelevante Innenentwicklung) ausweisen. Damit wird auch der Flächenbedarf für Brachen nach den einzelnen Szenarien sichtbar.

[45] Für den Neubau werden Straßenquerschnitte, Straßenaufbauten, Leitungsquerschnitte und Materialzusammensetzungen von Rohrleitungen der Bebauungsleittypen der jüngsten Baualtersklasse angesetzt. Die Zuordnung der Gebäudetypen des Neubaus und des Bestandes erfolgt im Abschnitt 3.3.

frage nach kWh) werden dabei Materialaufwendungen für die notwendige Infrastruktur pauschal berücksichtigt. Diese von der Vorgehensweise bei Straße, Trinkwasser und Abwasser abweichende Behandlung der Infrastruktur Gas und Fernwärme war notwendig, da letztgenannte einen sehr unterschiedlichen Deckungsgrad in den Bebauungsleittypen aufweisen. Abgesehen von fehlenden Daten zum jeweiligen Heizungssystemmix, wäre es notwendig gewesen, jedem Haustyp bzw. Bebauungsleittyp einen eigenen Heizungssystemmix und dementsprechend Energieinfrastrukturmix zuzuordnen. Der Kalibrierungsaufwand für die Szenarien hätte einen für das Projekt unverhältnismäßigen Aufwand bedeutet. Da nach eigenen Abschätzungen der Materialeinsatz für Gas- und Fernwärmeleitungen im Vergleich zu Straße und Wasser gering ist, ist diese Vereinfachung zulässig (vgl. Anhangband, Kapitel 5.3).

Abbildung 3.6 zeigt die Entwicklungsschritte des Infrastrukturmoduls (für Straße, Wasser und Abwasser), auf die in den nachfolgenden Abschnitten im Einzelnen eingegangen wird.

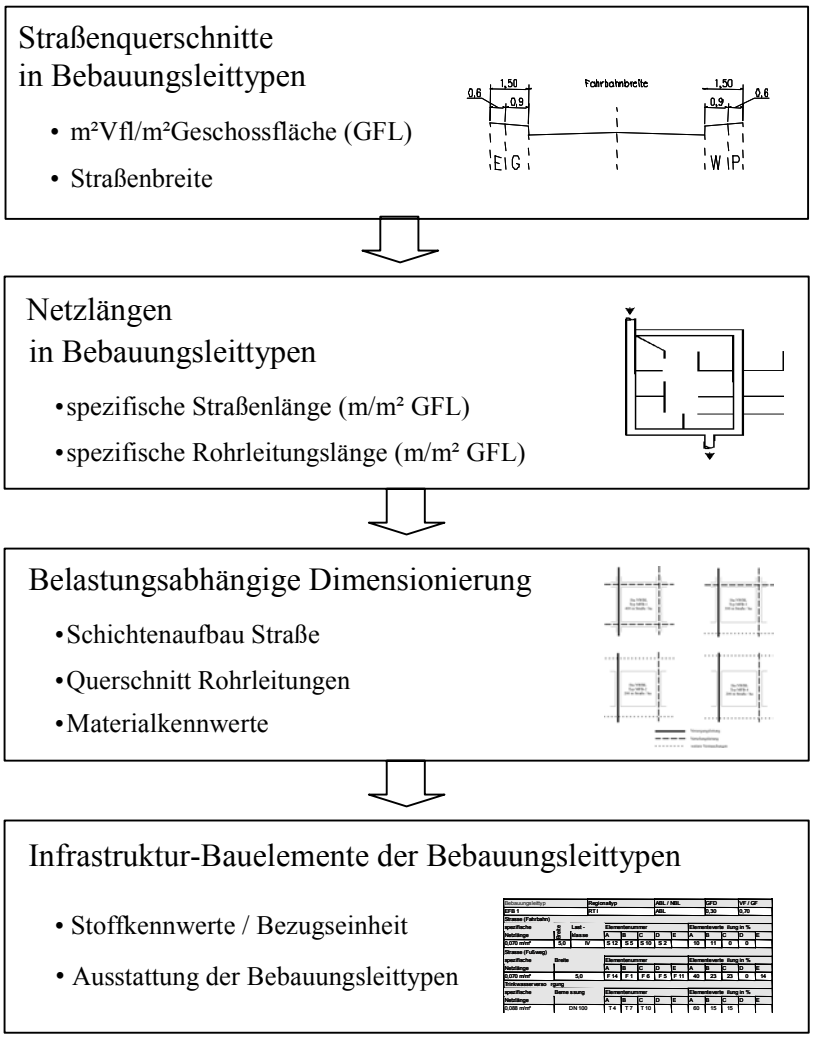


Abbildung 3.6 Entwicklungsschritte Infrastrukturmodul

3.2.1 Charakteristische Straßenquerschnitte für Bebauungsleittypen

In diesem Unterkapitel wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der charakteristischen Straßenquerschnitte der Bebauungsleittypen (zusätzlich jeweils differenziert nach den drei Raumtypen) geschildert. Die erhaltenen Datensätze sind im Anhangband unter Abschnitt 1.2 aufgeführt.

Erschließungsstraßen von Wohngebieten sind in Abhängigkeit von der netzbedeutsamen Hauptfunktion Sammelstraßen, Anliegerstraßen, Anliegerwege und unabhängig vom Fahrverkehr geführte Fuß- und Radwege (Müller/Korda 1999). Dabei übernehmen Sammelstraßen eine übergeordnete verbindende Funktion zwischen der inneren Wohngebietserschließung und den hierarchisch übergeordneten Netzelementen. Im Rahmen dieser Studie werden daher Sammelstraßen der äußeren Wohngebietserschließung zugeordnet und damit nicht betrachtet. Hauptelemente der inneren Verkehrserschließung und Gegenstand der Betrachtung für das Stoffstrommodell BASiS-2 sind die Anliegerstraßen.

Der Straßenquerschnitt einer Anliegerstraße kann nach Nutzungsfunktionen in Fahrbahn, Gehweg, Parkstreifen, Grünstreifen und Radstreifen aufgeteilt sein. Eine konsequente räumliche Trennung der Nutzungsfunktionen innerhalb bebauter Gebiete stellt aber eher die Ausnahme dar. In der Regel überlagern sich die Nutzungen in den Straßenräumen bebauter Gebiete (EAE 85/95).

Die Ermittlung der für die Bebauungsleittypen charakteristischen Straßenquerschnitte stützt sich auf die Richtlinien und Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen, die während ihrer Gültigkeit die Erschließungsstraßenprofile jeweils wesentlich beeinflussen (vorläufige RASt 1944; RASt 1953; RIST 1966ff./1981; RAST-Q 1968, RAST-E 1971; EAE 85/95). Für die Altersklassen vor 1918 wurden zusätzlich Angaben aus historischer Städtebauliteratur herangezogen (Genzmer 1900; Genzmer 1887; Gürschner, Benzel 1915), ergänzt durch neuere Untersuchungen (Hoffmann 1991). Gleichwohl bleibt anzumerken, dass die Richtlinien und Empfehlungen immer ausreichend Spielraum bei der Ausgestaltung von Straßenquerschnitten ließen und die realisierten Querschnitte häufig über den empfohlenen lagen. Somit variieren die realisierten Querschnitte innerhalb einer entsprechenden Bandbreite. Sie sind Ausdruck lokaler Gegebenheiten und planerischer Vorgaben und Entscheidungen. Da empirisches Datenmaterial zur Quantifizierung dieser Abweichungen nicht vorliegt, können diese Einflüsse nicht quantitativ berücksichtigt werden.

Tabelle 3.12 Verwendete Richtlinien und Empfehlungen für die Abschätzung von Straßenquerschnitten

Baualtersklasse	Bemessungsgrundlage
Bis 1918	historische städtebauliche Literatur, Hoffmann 1991
1919 bis 1957	vorläufige RASt 1944 , RAST 1953
1969 bis 1978	RAST-Q 1968 , RAST-E 1971
1979 bis 1999	EAE 85/95

Unter Annahme der in den aufgeführten Quellen (Tabelle 3.12) genannten Bemessungsfahrzeuge, Begegnungsfälle, Annahmen zur Parkraumsituation und von Mindestanforderungen für den Raumbedarf zur Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen wurden bebauungsleittypische Modellstraßenquerschnitte definiert[46]. Sie bestehen aus einer Fahrbahn und beidseitig angeordneten Gehwegen. Für den ruhenden Verkehr wurde von einer straßenbegleitenden Anordnung auf der Fahrbahn ausgegangen. Dadurch ergeben sich teilweise verbreiterte Querschnitte. Diese Vereinfachung wurde vorgenommen, um eine Einführung von Nebenverkehrsflächen als zusätzlichen Infrastrukturuntertyp (z. B. getrennt angelegte Stellflächen) und damit eine zusätzliche Erweiterung des Modells zu vermeiden. Ein zusätzlicher Erkenntnisgewinn innerhalb der bestehenden Datenlage wäre damit nicht ableitbar gewesen.

3.2.2 Charakteristische Netzlängen für Bebauungsleittypen

Für alle Bebauungsleittypen (zusätzlich differenziert nach Raumtypen) wurde im Rahmen des Dichtemodells ein Verhältniswert Verkehrserschließungsfläche zu Geschossfläche ermittelt. Mit Hilfe der Straßenquerschnitte wurden diese für jeden Bebauungsleittyp und Raumtyp in Straßenlängen je m² Geschossfläche umgerechnet.[47] Die errechnete spezifische Straßenlänge ist Ausgangspunkt für die Ermittlung der Netzlängen der wohngebietsinternen Ver- und Entsorgungsleitungen.

In Wohngebieten werden Ver- und Entsorgungsleitungen in der Regel straßenbegleitend verlegt. Einzelne Netztypen weichen zwar von dieser Regel ab, dies wird aber durch die Verwendung von Korrekturfaktoren für die jeweiligen Netztypen be-

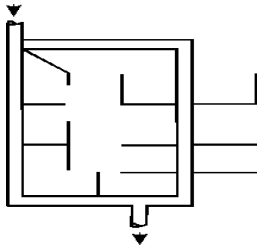
[46] Die erwähnten Spielräume der Richtlinien und Empfehlungen wurden von den Experten der TU Dresden u.a. für die zusätzliche Differenzierung der Straßenquerschnitte in den drei Raumtypen innerhalb eines Bebauungsleittyps genutzt (vgl. Datenübersicht Anhangband Abschnitt 1.2). Moderate Unterschiede der gesamten Straßenbreiten ergeben sich insbesondere durch die Annahme schmalerer Gehwege im Raumtyp III (ländlicher Raum) für freistehende Ein- bis Zweifamilienhäuser sowie Reihenhäuser (vergleichsweise geringes Fußgängeraufkommen) sowie für eine Reihe von Bebauungsleittypen der Mehrfamilienhäuser durch die Annahme relativ breiter Fahrbahnen (vergleichsweise hohes Verkehrsaufkommen) in den Raumtypen II (erweiterter suburbaner Raum) und III (Kernstädte).

[47] spezifische Straßenlänge = spezifische Verkehrserschließungsfläche / Straßenquerschnitt

rücksichtigt, so dass prinzipiell von den Netzlängen der Verkehrsinfrastruktur auf die Netzlängen der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur geschlossen werden kann.

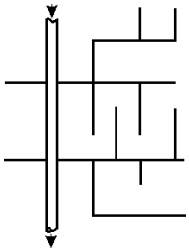
Bevorzugte Netzform der Trinkwasserversorgung ist das Ringnetz, möglichst mit entsprechender Vermaschung. Da die Einspeisung von der Ringleitung zum Versorgungsort von zwei Seiten erfolgen kann, wird mit diesem System eine hohe Versorgungssicherheit erreicht.

Abbildung 3.7 Ringnetz der Trinkwasserversorgung

Diese Netzform besitzt eine Hauptleitung, die den Kern des Versorgungsgebietes umschließt. Ringnetze ermöglichen eine hohe Versorgungssicherheit und gute Erweiterungsmöglichkeiten beim Anschluss zusätzlicher Gebiete.	

Abwasser[48] wird im Regelfall in Freispiegelleitungen[49] geführt (Verästelungsnetz). Die Netzform wird deshalb stark von den örtlichen Gegebenheiten bestimmt, insbesondere der Geländeform. Dabei kann im so genannten Mischsystem oder im Trennsystem entwässert werden.[50]

Abbildung 3.8 Verästelungsnetz der Abwasserentsorgung

Verästelungsnetze bestehen aus sich verzweigenden Rohrleitungen, wobei jeweils Nebenleitungen von einer Hauptleitung abzweigen und enden. Dem überschaubaren Aufbau mit recht einfacher Berechnung stehen betriebliche Nachteile (geringe Versorgungszuverlässigkeit) gegenüber. Verästelungsnetze, vor allem für Versorgungsnetze, werden daher überwiegend in weitläufigen ländlichen Siedlungsgebieten oder in Stadtrandlagen eingesetzt.	

Die Annahmen zur Verlegung orientieren sich an den jeweils gültigen Empfehlungen oder Regelungen des Tiefbaus. Eine einheitliche Regelung für die Verlegung der Leitungen im Straßenraum gibt es seit 1931, festgeschrieben in der DIN 1998.

Es wird unterstellt, dass die Lage der Leitungen der des ursprünglichen Einbaus entspricht. Für Versorgungsleitungen wird eine Anordnung außerhalb des Fahrbahn-

---

[48] Zum Abwasser wird jedes in die Kanalisation gelangende Wasser gezählt, Schmutzwasser (häusliche, gewerbliche, industrielle Abwässer), Regenwasser (belastet oder unbelastet) und Fremdwasser.

[49] Druckleitungssysteme kommen nur bei ungünstigen bzw. besonderen lokalen Gegebenheiten zum Einsatz.

[50] Beim Mischverfahren werden das Regenwasser und das Schmutzwasser zusammen in einer Leitung transportiert. Beim Trennverfahren werden dagegen Schmutz- und Regenwasser in getrennten Leitungen befördert, wobei das Regenwasser dem nächstgelegenen Vorfluter und das Schmutzwasser einer Kläranlage zugeleitet wird.

bereiches gefordert (unter dem Fußweg), um die Zugänglichkeit im Aufgrabungsfall infolge von Störungen zu gewährleisten und die damit verbundenen Kosten gering zu halten. Die Anordnung der Entsorgungsleitungen für Abwasser erfolgt innerhalb der Fahrbahn, in der Regel in der Straßenmitte.

Um Längenunterschiede in den unterschiedlichen Netztypen auszugleichen, die durch die Einordnung im Straßenraum entstehen, wurden Korrekturfaktoren verwendet, die aus Erfahrungswerten abgeleitet wurden, wie sie auch in Versorgungsunternehmen zur überschlägigen Ermittlung der Netzlängen bei der Beplanung von Neuerschließungen verwendet werden (Tabelle 3.13). Daraus wurden spezifische Längen der Rohrleitungen, differenziert nach Bebauungsleittyp und Raumtyp ermittelt (vgl. Anhangband, Kapitel 1.3).

Tabelle 3.13 Korrekturfaktoren zur Netzlängenermittlung

Netz	Korrekturfaktor (empirischer Wert)
Wasserversorgung	1,25
Abwasserentsorgung	1,1

3.2.3 Verbrauchs- und belastungsabhängige Dimensionierung der technischen Infrastruktur

Ausgehend von Belastungsannahmen wurden Leitungsdurchmesser und Straßenaufbauten für die Erschließung der Bebauungsleittypen ermittelt. Um aussagekräftige Werte zu erhalten, waren umfangreiche Dimensionierungsrechnungen erforderlich. Die Bemessungsregeln stützen sich dabei in der Regel auf einwohnerbezogene Werte. Dazu mussten entsprechende Annahmen aus makrostatistischen Daten abgeleitet werden. Aus den Belastungskennwerten ergeben sich zudem Anforderungen an die Materialzusammensetzung der Straßen und Rohrleitungen.

Die Ausarbeitungen beruhen im Wesentlichen auf einer ingenieurwissenschaftlichen Dimensionierung der Leitungssysteme für abstrakte Modellgebiete (Albrecht 2001). Im Folgenden wird lediglich das Grundgerüst der Dimensionierung der Straßenaufbauten und Rohrleitungsdurchmesser erläutert. Eine ausführliche Darstellung der Annahmen sowie der Grundlagen der Dimensionierung und Schlussfolgerungen für die Materialzusammensetzung ist Bestandteil des Anhangbandes (Abschnitt 1.4).

Die Auslegung und Dimensionierung von stadttechnischer Infrastruktur ist von einer Vielzahl nutzungs-, klima-, sowie gelände- und bebauungsbezogener Faktoren abhängig. In der Praxis erfolgt die Dimensionierung unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten und auf Grundlage eines umfassenden Regelwerkes. Für das Ziel der Stoffstrommodellierung mit BASiS-2 galt es, diese konkrete Ebene der Bemessungsregeln mit abstrakt formulierten Wohngebieten (Bebauungsleittypen) zu verknüpfen.

Das angestrebte Ergebnis musste mehreren Anforderungen genügen. Auf der einen Seite sollten die Orientierungsgrößen eine für das Stoffstrommodell BASiS handhab-

bare Komplexität aufweisen, gleichzeitig waren stoffstromrelevante Größenordnungen mit hinreichender Genauigkeit abzubilden und durften nicht im Widerspruch zu den maßgebenden ingenieurtechnischen Regelwerken stehen.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurden „Bebauungsleittypen“ aus Sicht des Tiefbauingenieurs auf eine im Städtebau gebräuchliche Bezugsgröße – ein Planquadrat von einem Hektar – projiziert (Abbildung 3.9). Für die Planquadrate wurden Bemessungsgrößen unter Beachtung des Gebäudetyps, der Bebauungsdichte sowie unter Ansatz üblicher Netzstrukturen und deren Anbindung errechnet. Dazu erforderliche Plausibilitätsannahmen stützen sich auf städtebauliche Standardwerke, ergänzt durch umfangreiche Konsultationen externer Experten (Albrecht 2001) und eigenes Expertenwissen der TU Dresden.

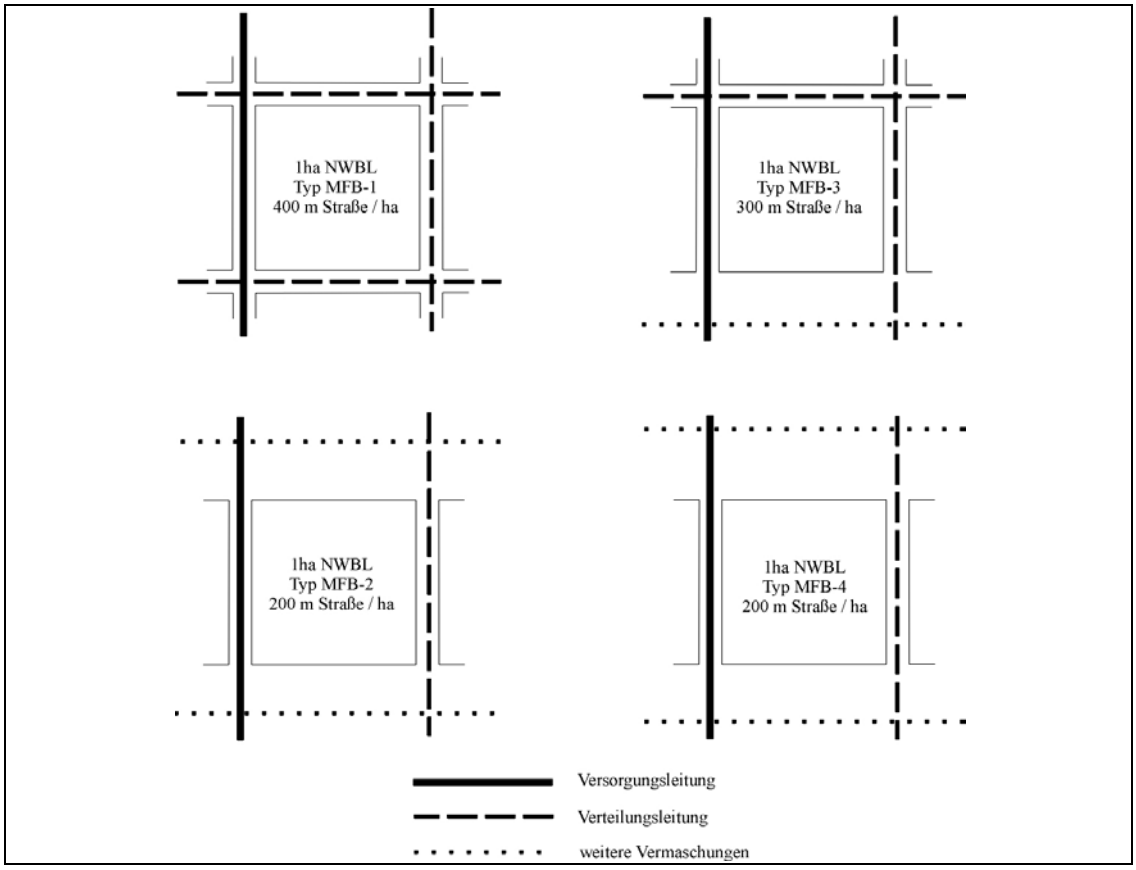


Abbildung 3.9 Planquadrate am Beispiel MFH-Bebauung (Trinkwasser)

Mit Hilfe dieses Ansatzes wurden Belastungswerte und Querschnitte für die Versorgungsnetze Trinkwasser und Abwasser ermittelt. Zusätzliche Quellen waren notwendig, um Rückschlüsse auf die Materialzusammensetzung der Infrastrukturanlagen zu ziehen und diese nach Bebauungsleittypen und nach ABL und NBL zu differenzieren (Details vgl. Anhangband, Kapitel 1.4). Die Annahmen stützen sich auf Auswertungen statistischer Quellen (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977; Straßendatenbank STRAGIS), Literaturangaben (Hettenbach 1991; TGL 21900

1987; RIST 1981; Dammrath 1992; Müller, Korda 1999; Vogel 1988; Brüssing 1996; Müller 1997) und Befragungen externer Experten (Hochschulbereich und Mitarbeiter von Versorgungsunternehmen) (Albrecht 2001).

3.2.4 Infrastruktur-Bauelemente der Bebauungsleittypen

Leitungslängen, Materialzusammensetzung und Dimension bilden die Grundlage für die Ermittlung der Stoffkennwerte für Straßen und Rohrleitungen, die in das Modell BASiS-2 integriert werden können. Hierzu wurden Infrastruktur-Bauelemente beschrieben (vgl. Anhangband, Kapitel 1.5).

Die Kenngrößen der Elemente Straße und Fußwege sind auf eine Flächeneinheit (m²) bezogen. Für die Erfassung der Stoffkennwerte sind Kenntnisse der Dimensionierung des Oberbaus erforderlich. Dies ist in den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus RStO 86/89 in Verbindung mit den ZTVE-StB und DIN 18196 geregelt. Maßgebend für die Gestaltung des Schichtenaufbaus sind Beanspruchungsgrad (Bauklasse), Deckschichttyp (bituminöse, Beton- oder Pflasterdeckschicht) und Bauweise der Straße sowie lokale Rahmenbedingungen. Für alle Straßen wird einheitlich die höchste wohngebietsrelevante Lastklasse IV angenommen, um eine Unterdimensionierung der Stoffströme zu vermeiden. Elemente der Verkehrsinfrastruktur mit prinzipiell gleichem Schichtaufbau und annähernd gleichen Schichtdicken wurden zu einem Element zusammengefasst.[51]

Für die Zuordnung der Stoffströme im Bereich der Ver- und Entsorgungsleitungen (Abwasser, Wasser) sind die Parameter Querschnittstyp, Nenndurchmesser, Material, Verlegetiefe und Verlegeart von Bedeutung.[52] Die Bezugseinheit der Stoffkennwerte ist eine Längeneinheit (m Leitungslänge). Für die Dimensionierung wurden Nennweitengruppen gebildet, welche die verlegten Durchmesser hinreichend genau widerspiegeln. Rohrleitung gleichen Durchmessers aus PE und PVC werden zu einem Element zusammengefasst.[53]

Für jedes Infrastruktur-Bauelement wurde ein Datensatz angelegt, der alle erforderlichen Informationen enthält, aus denen entstehende (Neubau, Instandhaltung[54]) oder bereits entstandene Stoffströme (Stofflager) ermittelt werden können. Die Datensätze[55] sind entlang der Systematik der nachfolgenden Tabellen im Anhang dokumentiert.

---

[51] Zum Beispiel wurde aus zwei Elementen mit je Kies- bzw. Schottertragschicht ein Element mit Kies-/Schottertragschicht gebildet.

[52] konventionelle und grabenlose Verfahren

[53] Die Anteile PE/PVC können auf der Ebene der Materialdefinition durch einen Verteilermix angenommen werden.

[54] Umfasst auch Austausch von ganzen Leitungsabschnitten.

[55] Die Elementnummer (im Beispiel 2) ist eine interne Codierung der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauforschung.

Tabelle 3.14 Struktur der Verkehrsinfrastruktur-Bauelementbeschreibung am Beispiel eines Fahrbahn-Bauelementes

Lastklasse	Bezeichnung (Elementnummer 2)				Ø Lebensdauer in Jahren
IV	*Betonstraße auf Frostschutzschicht*				20 (DS) - 50 (TS)
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Betondeckschicht		FSS (weitgestuft)			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
BetonDS	20 cm	-	0 cm	-	0 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	FSS-Material (Kies/Schotter)			50 cm

DS: Deckschicht; TS: Tragschicht FSS: Frostschutzschicht; BS: Binderschicht

Tabelle 3.15 Struktur der Leitungsinfrastruktur-Bauelementbeschreibung am Beispiel eines Bauelementes der Trinkwasserversorgung

Bezeichnung (Elementnummer 1)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer in Jahren
Stahlrohr 100			100	Neueinbau/ Ersatzerneuerung		75
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
100,80 mm		108,00 mm		Stahl	3,60 mm	0,0012 m³/m
InnenBS	Wand stärke	Vol.IBS	Isolierung	Wand stärke	Vol. Isolierung	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wand stärke	Vol. Mantelrohr	Auflager	Ø A. Höhe	Volumen A	
			Sand	111 mm	0,06 m³/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenbreite	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabentiefe	Volumen V.
Sand	408 mm	508 mm	0,14 m³/m	Aushub	0,80 m	0,21 m³/m

BS: Beschichtung, LZ: Leitungszone

Die Zuordnung der Infrastruktur-Bauelemente zu den Bebauungsleittypen erfolgte auf Grundlage der vorab dokumentierten Erkenntnisse und Quellen, differenziert nach ABL/NBL. Zudem erlauben die verfügbaren Quellen (u. a. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977; Straßendatenbank STRAGIS) eine raumtypenbezogene Differenzierung des Infrastruktur-Elementemixes innerhalb der Bebauungsleittypen. Die Datensätze und Hintergrundinformationen sind im Anhangband (Kapitel 1.2 bis 1.6) dokumentiert. Für den Neubau wurde der Infrastruktur-Elementemix der Bebauungsleittypen der jüngsten Baualtersklassen angenommen und entsprechend der im nächsten Abschnitt aufgeführten Zuordnung den Gebäudetypen und den Bebauungsleittypen zugeordnet. In der nachfolgenden Tabelle ist die Struktur der Datensätze anhand eines Beispiels aufgeführt.

Tabelle 3.16 Struktur der Datensätze zur Beschreibung der Infrastrukturausstattung von Bebauungsleittypen am Beispiel von EFB1 im Raumtyp I – ABL

Bebauungsleittyp		Raumtyp			ABL/NBL		GFD		VEF/GF	
EFB 1		RT I			ABL		0,30		0,70	
Straße (Fahrbahn)										
Spezifische Netzlänge	Breite	Last klasse	Bauelementemix					Elementeverteilung in %				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0,070 m/m²	5,0	IV	S 12	S 5	S 10	S 2		10	90	0	0	
Straße (Fußweg)												
spezifische Netzlänge	Breite		Bauelementemix					Elementeverteilung in %				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0,070 m/m²	5,0		F 14	F 1	F 6	F 5	F 11	40	23	23	0	14
Trinkwasserversorgung												
spezifische Netzlänge	Bemessung		Bauelementemix					Elementeverteilung in %				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0,088 m/m²	DN 100		T 4	T 7	T 10			45	20	35		
Abwasserentsorgung (Mischsystem) (55 %)												
spezifische Netzlänge	Bemessung		Bauelementemix					Elementeverteilung in %				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0,077 m/m²	DN 300 / 350		A 2	A 5	A 11			37	58	5		
Abwasserentsorgung (Trennsystem Schmutzwasser) (45 %)												
spezifische Netzlänge	Bemessung		Bauelementemix					Elementeverteilung in %				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0,077 m/m²	DN 200/250		A 1	A 4				53	47			
Abwasserentsorgung (Trennsystem Regenwasser) (45 %)												
spezifische Netzlänge	Bemessung		Bauelementemix					Elementeverteilung in %				
			A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0,077 m/m²	DN 300/350		A 2	A 5	A 11			10	83	7		

VEF: Verkehrserschließungsfläche; GF: Geschossfläche; DN: Nenndurchmesser

3.3 Einbindung der Infrastrukturdaten in das Stoffstrommodell BASiS

Unter Beibehaltung der Systemstruktur des Modells BASiS galt es, die Infrastruktur-Kenngrößen an die BASiS-Haustypen anzukoppeln. Um dies zu ermöglichen, musste zum einen die Kompatibilität zwischen den in BASiS unterschiedenen Haustypen und den eingeführten Bebauungsleittypen hergestellt werden. Zum anderen mussten die BASiS-Haustypen einer siedlungsstrukturellen Verteilung unterzogen werden (Abschnitt 3.1).

3.3.1 Baualtersspezifische Zuordnung der BASiS-Gebäudetypen zu Bebauungsleittypen

Die Systematik der Bebauungsleittypen unterscheidet Wohngebäude nach Größe und Baualter. Die Gebäudegröße wird mit der Anzahl der Wohnungen festgelegt. Bei der Systematik der Bebauungsleittypen werden wegen der Struktur der Daten der amtlichen Statistik lediglich zwei Gebäude-Kategorien unterschieden: Ein- und Zweifamilienhausbebauung (EFB 1 bis 3) und Mehrfamilienhausbebauung (MFB 1 bis 4).

Die gemeinsame Schnittstelle zwischen den Bebauungsleittypen und der Gebäudetypologie des Stoffstrommodells BASiS ist neben dieser groben Einteilung nach Gebäudegröße das Baualter. Bis auf leichte Verschiebungen stimmen die Baualtersklassen der Bebauungsleittypen und der BASiS-Gebäudetypen überein. Mit Ausnahme der Typen B-KMH-V-ABL und B-KMH-IV-NBL[56] können alle BASiS-Gebäudetypen eindeutig einem Bebauungsleittyp zugeordnet werden (Tabelle 3.17, Tabelle 3.18). Für die zwei „Überschneidungsfälle“ musste die Zuordnung „gesetzt“ werden. Da die angenommenen Geschossflächendichten der betroffenen Bebauungsleittypen im schwach sensiblen Bereich der Dichtefunktion liegen, konnten die betroffenen Gebäudetypen zugeordnet werden, ohne dass signifikante Wirkungen auf die Ergebnisse des Stoffstrommodells zu erwarten sind.

[56] Im Stoffstrommodell BASiS wird zur Kennzeichnung der Ost- bzw. West-Gebäudetypen zusätzlich “ABL” bzw. “NBL” angehängt. In den Tabellen wurde auf diesen Zusatz verzichtet.

Tabelle 3.17 Zuordnung der Modellgebäudetypen[57] zu den Bebauungsleittypen (Alte Bundesländer)

Altersklasse der Bebauungsleittypen	Ein- und Zweifamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser	
	Bebauungsleittyp	Modellgebäudetyp BASiS (Bezeichnung/Altersklasse)	Bebauungsleittyp	Modellgebäudetyp BASiS (Bezeichnung/Altersklasse)
Bis 1918	EFB-1	B-EFH-I / bis 1918 B-RHH-I / bis 1918	MFB-1	B-KMH-I / bis 1918 B-GMH-I / bis 1918
1919-1957		B-EFH-II / 1919-1948 B-RHH-II / 1919-1948 B-EFH-III / 1949-1957 B-RHH-III / 1949-1957 B-EFH-IV / 1958-1968 B-RHH-IV / 1958-1968	MFB-2	B-KMH-II / 1919-1948 B-GMH-II / 1919-1948 B-KMH-III / 1949-1957 B-GMH-III / 1949-1957
1958-1968			MFB-3	B-KMH-IV / 1958-1968 B-GMH-IV / 1958-1978 B-HH / 1958-1978 B-KMH-V / 1969-1995 (1)
1969-1978	EFB-1, 2, 3	B-EFH-V / 1969-1995 B-RHH-V / 1969-1995 B-EFH-VI / 1996-1999 B-RHH-VI / 1996-1999		
1979-1999			MFB-4	B-KMH-V / 1969-1995 (2) B-KMH-VI / 1996-1999
2000-2025	EFB-1, 2 ,3	EFH; DHH; RHH; ZFH / (Zubautypen)	MFB-4	MFH 3-6, 7-12, 13+x (Zubautypen)

B: Bestand; EFH: Einfamilienhaus; RHH: Reihenhaus; DHH: Doppelhaushälfte; ZFH: Zweifamilienhaus; KMH: Kleines Mehrfamilienhaus; GMH: Großes Mehrfamilienhaus; HH: Hochhaus; EFB: Ein- und Zweifamilienhausbebauung; MFB: Mehrfamilienhausbebauung

[57] Details zu den Modellgebäudetypen siehe (Öko-Institut 1999). Die Modellgebäudetypen des Bestandes B-EFH-VI, B-RHH-VI und B-KMH-VI (alle ABL und Altersklasse 1996-1999) entsprechen in ihrer geometrischen Beschreibung (Wohnfläche etc.) jeweils den Neubaugebäudetypen EFH, RHH und MFH 3-6. Die römischen Ziffern in den Bezeichnungen der Modellgebäudetypen weisen auf die Altersklasse eines jeweiligen Haustyps hin. Die älteste Klasse (bis 1918) beginnt stets mit -I, die darauffolgende mit -II usw.

Tabelle 3.18 Zuordnung der Modellgebäudetypen[58] zu den Bebauungsleittypen (Neue Bundesländer)

Altersklasse der Bebauungs-leittypen	Ein- und Zweifamilienhäuser		Mehrfamilienhäuser	
	Bebauungs-leittyp	Modellgebäudetyp BASiS (Bezeichnung/Altersklasse)	Bebauungs-leittyp	Modellgebäudetyp BASiS (Bezeichnung/Altersklasse)
Bis 1918	EFB-1	B-EFH-I / bis 1918 B-EFH-II / 1919-1945 B-EFH-III / 1946-1970 B-EFH-IV / 1971-1995	MFB-1	B-KMH-I / bis 1918 B-GMH-I / bis 1918
1919-1968			MFB-2	B-KMH-II / 1919-1945 B-KMH-III / 1946-1965 B-KMH-IV / 1961-1995 (1)
1969-1995			MFB-3	B-KMH-IV / 1961-1995 (2) B-GMH-II / 1965-1990 B-HH / 1965-1985
1991-1999	EFB-1, 2, 3	B-EFH-V / 1996-1999 B-RHH-V / 1996-1999	MFB-4	B-KMH-V / 1996-1999
2000-2025	EFB-1, 2 ,3	EFH; DHH; RHH; ZFH (Zubautypen)	MFB-4	MFH 3-6, 7-12, 13+x (Zubautypen)

B: Bestand; EFH: Einfamilienhaus; RHH: Reihenhaus; DHH: Doppelhaushälfte; ZFH: Zweifamilienhaus KMH: Kleines Mehrfamilienhaus; GMH: Großes Mehrfamilienhaus; HH: Hochhaus; EFB: Ein- und Zweifamilienhausbebauung; MFB: Mehrfamilienhausbebauung

3.3.2 Raumtypenspezifische Differenzierung der BASiS-Gebäudetypen innerhalb der Bebauungsleittypen

Die im vorangegangenen Abschnitt dokumentierte Zuordnung der Gebäudetypen zu Bebauungsleittypen erfolgte ohne Beachtung regionaler Besonderheiten entlang der Merkmale Gebäudegröße und Baualter. Angaben der amtlichen Statistik und Plausibilitätsüberlegungen erlauben eine raumtypenspezifische Differenzierung des Gebäudemix innerhalb der Bebauungsleittypen.

Einige Gebäudetypen lassen sich aufgrund ihrer Größe oder Bauform den Raumtypen zuordnen. So kann der Gebäudetyp Reihenhaus pauschal den Kernstädten zugeordnet werden.[59] Entsprechend kann bei der Zuordnung großer Mehrfamilienhäuser (GMH) und Hochhäuser (HH) vorgegangen werden,[60] die zu 80 % bzw. zu 100 % in den Kernstädten angenommen werden. Eine Ausnahme bilden aufgrund des zentral gelenkten Bauwesens in der DDR die Plattenbauten in den Neuen Bundesländern (GMH II-NBL). Die Annahmen stützen sich auf eine Auswertung der

[58] Details zu den Modellgebäudetypen siehe (Öko-Institut 1999). Die Modellgebäudetypen des Bestandes B-EFH-V, B-RHH-V und B-KMH-V (alle NBL und Altersklasse 1996-1999) entsprechen in ihrer geometrischen Beschreibung (Wohnfläche etc.) jeweils den Neubaugebäudetypen EFH, RHH und MFH 3-6. Die römischen Ziffern in den Bezeichnungen der Modellgebäudetypen weisen auf die Altersklasse eines jeweiligen Haustyps hin. Die älteste Klasse (bis 1918) beginnt stets mit -I, die darauffolgende mit -II usw.

[59] Unterstellt wird, dass Reihenhausbebauung überwiegend in verdichteten Regionen realisiert wurde (Die Pauschalzuordnung betrifft die Altersklassen, in denen der Bebauungsleittyp EFB 3 angenommen wird.

[60] GMH weisen im Datensatz des Stoffstrommodells eine mittlere Wohnungsanzahl von 20, HH von 60 Wohnungen je Gebäude auf. Sie liegen damit deutlich über den kleinen Mehrfamilienhaustypen (KMH) mit einer mittleren Wohnungsanzahl von 5 Wohnungen je Gebäude.

raumtypendifferenzierten Datenbasis zum Gebäude- und Wohnungsbestand (Abbildung 3.10).

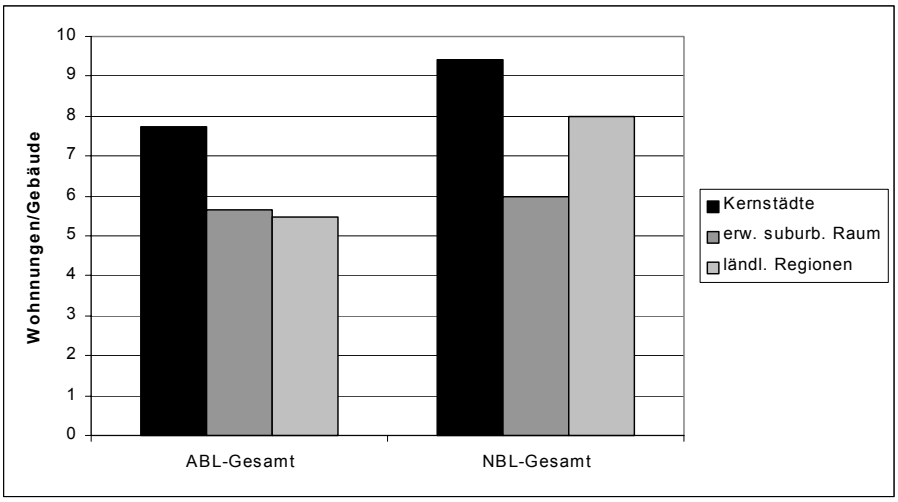


Abbildung 3.10 Mittlere Wohnungsanzahl/Gebäude im Mehrfamilienhausbestand 12/99

Die Abbildung zeigt, dass sich die mittlere Wohnungsanzahl je Gebäude in Kernstädten deutlich von den entsprechenden Werten des erweiterten suburbanen Raums und des ländlichen Raums abhebt. Während die Dominanz großer Mehrfamilienhäuser in den westdeutschen Kernstädten deutlich zu erkennen ist, verschwimmen diese Verhältnisse im Mehrfamilienhausbestand der Neuen Bundesländer. Zwar weisen auch hier die Kernstädte die größte Wohnungsanzahl je Gebäude auf, diese heben sich aber gegenüber den ländlichen Regionen weniger stark ab. Dieser Umstand weist auf eine Besonderheit des zentral gelenkten Bauwesens in der ehemaligen DDR hin, wo Mehrfamilienhäuser in industrieller Bauweise und mit relativ großer Wohnungsanzahl sowohl in städtischen als auch in ländlichen Regionen erstellt wurden.

Für alle weiteren Modellgebäudetypen (GMH II-NBL, kleine Mehrfamilienhäuser und Ein- bis Zweifamilienhäuser) erfolgte die Verteilung in Anlehnung an die baualtersdifferenzierte Raumtypenverteilung, die aus der Datengrundlage zum Gebäude- und Wohnungsbestand 2000 abgeleitet werden konnte. Maßgebend ist die Raumtypenverteilung der Wohnflächen, da die infrastrukturellen Merkmale im Stoffstrommodell BASiS an diese Größe anknüpfen. Die folgende Tabelle zeigt die raumtypenspezifische Zuordnung der Modellgebäudetypen des Bestandes in BASiS-2 zu Bebauungsleittypen.

Tabelle 3.19 Raumtypenspezifische Zuordnung der Modellgebäudetypen zu Bebauungsleittypen

Gebäudetyp	ABL/NBL	Altersklasse	Bebauungsleittyp	Raumtyp I	Raumtyp II	Raumtyp III
EFH I-IV, RHH I-IV	ABL	bis 1968	EFB-1	17 %	57 %	26 %
EFH V, RHH V	ABL	1969-1995	EFB 1, 3	12 %	59 %	29 %
EFH VI, RHH VI	ABL	1996-1999	EFB 1, 3	11 %	55 %	34 %
KMH I	ABL	bis 1918	MFB-1	60 %	28 %	11 %
GMH I	ABL	bis 1918	MFB-1	80 %	20 %	0 %
KMH II, III	ABL	1919-1957	MFB-2	61 %	29 %	10 %
GMH II, III	ABL	1919-1957	MFB-2	80 %	20 %	0 %
KMH IV	ABL	1958-1978	MFB-3	28 %	57 %	15 %
GMH IV, HH	ABL	1958-1978	MFB-3	80 %	20 %	0 %
KMH V, KMH-VI	ABL	1979-1999	MFB-4	30 %	53 %	17 %
EFH I-IV	NBL	bis 1995	EFB-1	9 %	43 %	48 %
EFH V, RHH V	NBL	1996-1999	EFB 1, 3	13 %	43 %	45 %
KMH I	NBL	bis 1918	MFB-1	9 %	55 %	36 %
GMH I	NBL	bis 1918	MFB-1	80 %	20 %	0 %
KMH II, III, IV	NBL	1919-1995	MFB-2	42 %	33 %	25 %
GMH II	NBL	1969-1990	MFB-3	28 %	32 %	40 %
HH	NBL	1969-1990	MFB-3	100 %	0 %	0 %
KMH V	NBL	1996-1999	MFB-4	49 %	35 %	16 %

3.4 Übersicht der wesentlichen methodischen Schritte

In diesem Abschnitt wird eine kurze Übersicht über die wesentlichen methodischen Schritte, die im Kapitel 3 des Endberichts detailliert beschrieben werden, aufgeführt. Auf wichtige Unterkapitel und besonders relevante Tabellen oder Abbildungen mit Schlüsseldaten im Endbericht und Anhangband wird jeweils verwiesen.

Die Erweiterung der Bilanzierungsgrenzen in BASiS-2 (Einbindung der technischen Infrastruktur) erfolgte in den folgenden Schritten.

1. Abgrenzung der äußeren und inneren Wohngebietserschließung und Definition und Festlegung der Verkehrserschließungsfläche als Erweiterung des Bilanzierungsraums (vgl. Abschnitt 3.1.1, Abbildung 3.1).
2. Identifizierung der Geschossflächendichte als wesentliche Einflussgröße auf den Verkehrserschließungsaufwand (vgl. Abschnitt 3.1.2).

3. Quantifizierung des Zusammenhangs zwischen Geschossflächendichte und Verkehrserschließungsaufwand (vgl. Abschnitt 3.1.3, vor allem Abbildung 3.3[61]).
4. Beschreibung des Wohngebäudebestandes der Bundesrepublik Deutschland entlang typischer Erscheinungsformen der Bebauung (Bebauungsleittypen vgl. Abschnitt 3.1.3, Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2).
5. Zuordnung spezifischer Geschossflächendichten zu den einzelnen Bebauungsleittypen des Bestandes (vgl. Abschnitt 3.1.3, Tabelle 3.1).
6. Weitere Differenzierung der Geschossflächendichten innerhalb der Bebauungsleittypen des Bestandes unter Berücksichtigung regionaler Dichtegefälle (Definition von Raumtypen, vgl. Abschnitt 3.1.3, Abbildung 3.5, Tabelle 3.4).
7. Überprüfung des Ansatzes (Schritte 1 – 6) aufgrund verfügbarer Daten der amtlichen Statistik (vgl. Abschnitt 3.1.3, Tabelle 3.6 und Tabelle 3.7).
8. Zuordnung spezifischer Geschossflächendichten zu Gebäudetypen des Neubaus (vgl. Abschnitt 3.1.4, Tabelle 3.10).
9. Festlegung der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme des Neubaus (Nettowohnbauland, Verkehrserschließungsfläche) durch Außenentwicklung sowie unterschiedliche Formen der Innenentwicklung (vgl. Abschnitt 3.1.4, Tabelle 3.11).
10. Entwicklung gebäudebezogener Stoffkennwerte der inneren Wohngebietserschließung (vgl. Abschnitt 3.2, Abbildung 3.6).[62]
11. Zuordnung der Haustypen von BASiS (Bestand und Neubau) zu der entwickelten Systematik (Schritte 1 – 10, vgl. Abschnitt 3.3, Tabelle 3.17, Tabelle 3.18, Tabelle 3.19).

Die umfangreichen Datensätze zur Einbindung der technischen Infrastruktur in das Stoffstrommodel BASiS-2 sind detailliert in einer Gesamtdarstellung im Anhang (Kapitel 1.6.2) dokumentiert.

Konkret erfolgt in BASiS-2 die Anbindung der technischen Infrastruktur an die jeweiligen Haustypen wie folgt:

---

[61] Die in dieser Abbildung aufgeführten Werte des Verkehrserschließungsaufwandes je m^2 Geschossfläche in Funktion zur Geschossflächendichte wurden im Rahmen des Projektes für die Einbindung der technischen Infrastruktur in BASiS-2 verwendet.

[62] Wichtige Daten hierzu finden sich im Anhangband unter Abschnitt 1.2 Straßenquerschnitte der Bebauungsleittypen: Bestand (Tabelle 1.9 und Tabelle 1.10), Neubau (Tabelle 1.11 und Tabelle 1.12), unter Abschnitt 1.3 Netzlängen der Bebauungsleittypen: Bestand (Tabelle 1.13), Neubau (Tabelle 1.14) sowie unter Abschnitt 1.5 Infrastruktur-Bauelemente (Unterkapitel 1.5.1 Straße/Fahrbahn, Unterkapitel 1.5.2 Straße/Fußweg, Unterkapitel 1.5.3 Trinkwasserversorgung, Unterkapitel 1.5.4 Abwasserentsorgung).

Haustypen des Bestandes

1. Je nach Zuordnung zu ABL bzw. NBL sowie Alter werden die Haustypen des Bestandes einem Bebauungsleittyp zugeordnet (vgl. Tabelle 3.1 sowie Tabelle 3.17 und Tabelle 3.18).
2. Die entsprechend zu Bebauungsleittypen des Bestandes zugeordneten Haustypen werden anteilig den drei Raumtypen zugewiesen. Dabei erfolgt gleichzeitig eine differenzierte Zuweisung von Geschossflächendichten (vgl. Tabelle 3.19 sowie Tabelle 3.4).
3. Anschließend erfolgt die Zuordnung spezifischer Verkehrserschließungsflächen über die spezifischen Geschossflächendichten (vgl. Abbildung 3.3).
4. Im nächsten Schritt erfolgt die Zuordnung (nach Bebauungsleittypen und Raumtypen) differenzierter Straßenquerschnitte (vgl. Anhang: Tabelle 1.9 und Tabelle 1.10).
5. Schließlich erfolgt für die einzelnen Haustypen die Zuordnung spezifischer Netzlängen (je m^2 Geschossfläche) von Straßen, Trink- und Abwasserleitungen durch Heranziehung der zuvor ermittelten spezifischen Daten zur Verkehrserschließungsfläche und der Straßenquerschnitte (vgl. Anhang: Tabelle 1.13). Für die Trink- und Abwasserleitungen[63] gehen zusätzlich Korrekturfaktoren (vgl. Tabelle 3.13) in die Zuordnung der spezifischen Netzlängen ein.

Haustypen des Neubaus

1. Den Haustypen des Neubaus werden im ersten Schritt differenziert nach Raumtypen (vgl. Tabelle 3.10)sowie differenziert nach Außenentwicklung, Nachverdichtung und Brachflächen spezifische Geschossflächendichten zugeordnet.[64]
2. Anschließend erfolgt die Zuordnung spezifischer Verkehrserschließungsflächen über die spezifischen Geschossflächendichten (vgl. Abbildung 3.3).
3. Im nächsten Schritt erfolgt für die Haustypen des Neubaus die Zuordnung differenzierter Straßenquerschnitte (vgl. Anhang: Tabelle 1.11 und Tabelle 1.12).
4. Schließlich erfolgt für die einzelnen Haustypen die Zuordnung spezifischer Netzlängen (je m^2 Geschossfläche) von Straßen, Trink- und Abwasserleitungen durch Heranziehung der zuvor ermittelten spezifischen Daten zur Verkehrserschließungsfläche und der Straßenquerschnitte (vgl. Anhang: Tabelle 1.14).

---

[63] In die Datenbank von BASiS-2 sind die in den Tabellen 1.13 und 1.14 (für Haustypen des Neubaus) des Anhangbandes angegebenen Netzlängen für Abwasser jeweils mit dem Faktor 1,45 multipliziert eingegeben, um den angesetzten Anteil von 45% Trennsystem (parallele Leitungen für Schmutz- und Regenwasser, vgl. Kapitel 1.6.1 und 1.6.2 des Anhangbandes) zu berücksichtigen.

[64] Die Verteilung der jeweiligen Haustypen des Neubaus auf die Raumtypen sowie Außenentwicklung, Brachflächen und Nachverdichtung erfolgt über die Szenarioannahmen (vgl. Abschnitte 5.2.2 und 5.2.4).

Für die Trink- und Abwasserleitungen[65] gehen zusätzlich Korrekturfaktoren (vgl. Tabelle 3.13) in die Zuordnung der spezifischen Netzlängen ein.

[65] Vgl. Fußnote 63.

4 Das erweiterte und optimierte Stoffstrommodell: BASiS-2.0

4.1 Kurzbeschreibung[66]

BASiS-2[67] ist wie sein Vorgängerprogramm[68] eine Datenbank mit zugehörigem Simulations- und Berechnungsmodell zur Bilanzierung der zeitlichen Änderung des Bedürfnisfeldes Bauen und Wohnen in Deutschland und der damit induzierten Stoff- und Energieflüsse sowie der zugehörigen Flächeninanspruchnahme. Ergänzend sind in BASiS-2 nun auch die mit dem Wohnen gekoppelten stofflichen Infrastrukturen (Verkehrswege, Ver- und Entsorgungstrassen) einbezogen.

Die *Bedarfsseite* (Nachfrage) des Bauen und Wohnens und die daraus resultierenden direkten Stoff- und Energieströme sowie die Flächeninanspruchnahme sind als dynamisches Modell direkt in BASiS abgebildet.

Die *Angebotsseite* (Bereitstellung von Energieträgern und Stoffen inkl. Vorketten) ist in einer fortentwickelten Version von GEMIS[69] in der Version 4.13 modelliert.

Die beiden Modelle interagieren bei der Szenarioberechnung und Stoffstromanalyse durch eine elektronische Import- und Export-Schnittstelle, die im Rahmen des Projektes entwickelt wurde und mit GEMIS Version 4.13 auch öffentlich zur Verfügung steht.

Die Hauptelemente von BASiS-2 und die Interaktion mit GEMIS 4 zeigt folgende Abbildung.

---

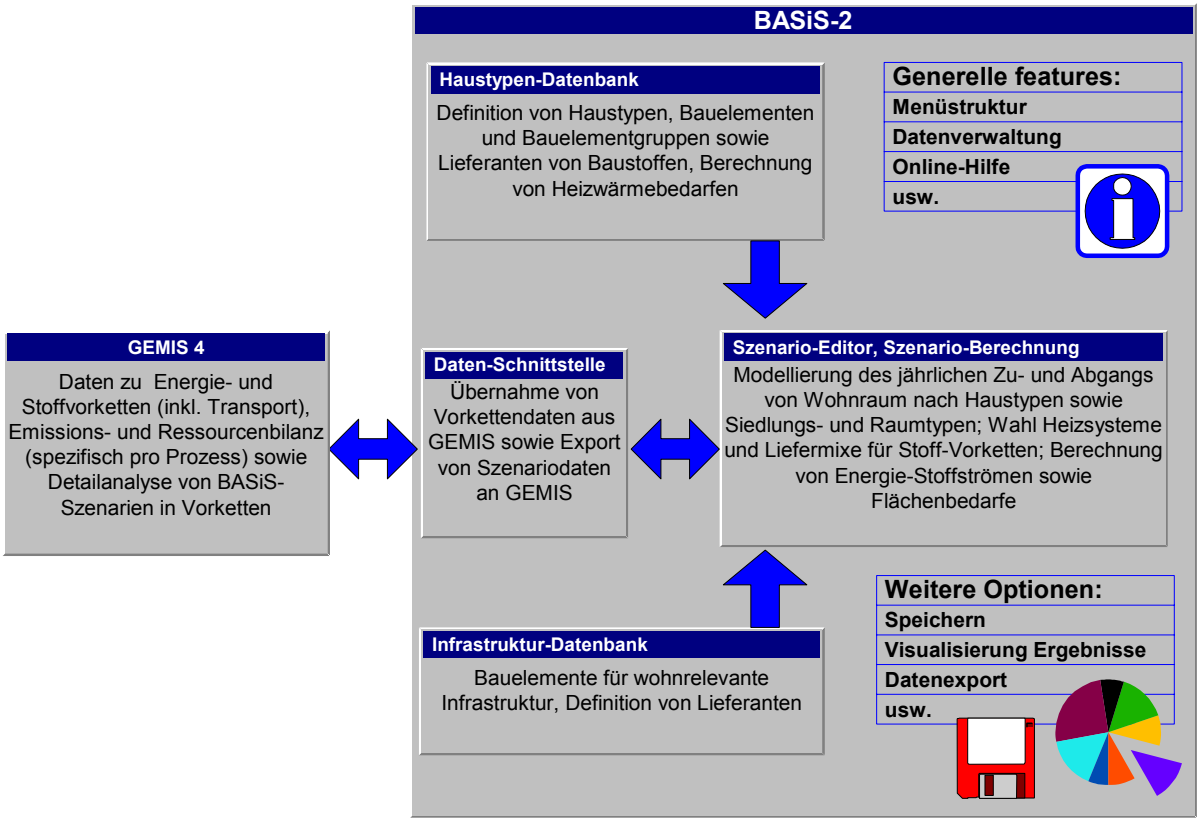
66 Vgl. zu Details der Software den Anhangband (Kapitel 6) zu diesem Endbericht.

67 Im Text wird die Bezeichnung BASiS-2 verwendet.

68 BASiS (Bedarfsorientiertes Analysewerkzeug für Stoffströme in Szenarien) wurde im Rahmen des UBA-Projektes „Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der Nachhaltigen Entwicklung: Fallbeispiel Bauen und Wohnen“ als Prototyp entwickelt (vgl. Öko-Institut 1999).

69 Das Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) ist ein Computermodell zur Stoffstrom- und Lebenszyklusanalyse von Energie-, Stoff- und Transportsystemen (vgl. Öko-Institut 2001), das kostenlos erhältlich ist. Näheres zu GEMIS bietet die Website des Programms unter www.gemis.de.

Abbildung 4.1 Schema der BASiS-2-Funktionselemente und der Interaktion mit GEMIS 4



(Quelle: eigene Darstellung Öko-Institut)

4.2 Kernfunktionen von BASiS-2

BASiS-2 wurde zur ausführlichen Darstellung und Berechnung der Bedarfsseite und zur summarischen Berechnung der Angebotsseite ausgelegt.

Ausgehend vom Startjahr 2000 werden in BASiS-2 für 25 weitere Jahre in folgenden Schritten die Bedarfe in den einzelnen Jahren berechnet:

- Die Zahl der Häuser pro Jahr ergibt sich aus der Zahl der Häuser im Bestand des Startjahres und den jährlichen Zubauten, Abrissen und Umwidmungen.
- Jedes Haus ist über die Haustypen geometrisch definiert. Damit ergeben sich über die Bauelementgruppen die Bedarfe an Bauelementen, wobei sowohl die Neubauten, als auch die Instandhaltungen berücksichtigt werden.
- Die Bauelemente setzen sich aus verschiedenen Baustoffen zusammen. Damit ergeben sich die Bedarfe der Baustoffe.
- Die Baustoffe werden aus dem Gemis-Datensatz als Moduldaten bereit gestellt. Die Zusammensetzung des Baustoffs erfolgt über zeitdynamische Veränderungen der Anteile der Moduldaten untereinander. Dies wird in Basis-2 in so genannten Mixern vorgenommen.

- Aus den Geschossflächen der Häuser (definiert über Haustypen) errechnet sich über die Zuordnung der Häuser zu verschiedenen Bebauungsleittypen (weiter differenziert nach Raumtypen) der Aufwand zur Bereitstellung der Infrastruktur (Wohnstraßen, Fußwege, Wasser und Abwasser). Die Infrastrukturbauelemente werden analog zu den Hausbauelementen behandelt.
- Für jeden Haustyp wird entweder über die U-Werte der Bauelemente und Annahmen über das Nutzerverhalten der Bewohner der Heizenergiebedarf direkt im Modell für jeden Zeitschritt gerechnet. Oder es besteht alternativ die Möglichkeit, die Werte von Hand einzugeben.
- Über die jährlich unterschiedliche Zuordnung der Heizanlagen zu verschiedenen Haustypklassen werden die Heizenergiebedarfe an die entsprechenden Energielieferanten weitergemeldet.
- Allen Baustoff- und Energielieferanten sind Kenngrößen für die Umweltinanspruchnahme in der BASiS-2 Datenbank hinterlegt. Damit können direkt im Modell die Umweltauswirkungen und die Ressourceninanspruchnahme berechnet werden.

4.3 Änderungen gegenüber BASiS-1

Gegenüber BASiS-1 wurden zahlreiche Änderungen auf der Seite der Benutzeroberfläche und im Modell durchgeführt.

4.3.1 Verbesserung der Bedienung des Programms durch Reduktion des Eingabeaufwandes

Die Eingabe von Zeitreihen erfolgt mit einem *speziellen Tabelleneditor*. Dabei können für die Interpolation von Zwischenwerten ein, zwei oder sechs Stützwerte definiert werden. Die Zwischenwerte werden automatisch angepasst. Der zeitliche Verlauf lässt sich einfach und zeitnah durch eine *graphische Anzeige* kontrollieren.

Bei der Eingabe von Anteilen werden die Zahlen der ersten Spalte automatisch als Restwert zu 1 (= 100 %) gesetzt und angezeigt. Diese Funktion unterstützt den Nutzer maßgeblich bei der Vermeidung von Eingabefehlern.

4.3.2 Berechnung des Heizwärmebedarfs

Anstelle der direkten Eingabe des Heizwärmebedarfs von Häusern in BASiS-1 wurde nun eine Möglichkeit implementiert, den Energiebedarf durch U-Werte der Bauelemente, mit denen die Häuser modelliert werden, sowie durch die Hausflächenkennzahlen direkt in BASiS-2 zu berechnen. Der Heizwärmebedarf eines Hauses ermittelt sich aus den (durchschnittlichen) U-Werten der Bauelemente, aus angenommenen Lüftungswärmeverlusten, angenommenen internen Gewinnen und aus solaren Gewinnen. Ausgehend von einem Modell, das am IWU erstellt wurde (IWU 1999),

werden einige Anpassungen des Berechnungsalgorithmus parametrisiert, um zum Beispiel die in der Praxis zu beobachtende unvollständige Beheizung insbesondere bei schlecht gedämmten Häusern abzufangen. Bei besonders energieeffizienten Haustypen (Passivhäuser) kann der implementierte Algorithmus jedoch auch abgeschaltet werden, da hier die internen Wärmegewinne und solaren Einstrahlungsanteile dominieren und diese in BASiS-2 nicht explizit erfasst werden.[70]

4.3.3 Kopplung zur Siedlungsinfrastruktur

Die stoffliche und flächenseitige Berücksichtigung der *Siedlungsinfrastruktur* (Verkehrserschließungsfläche sowie Ver- und Entsorgungsleitungen) ist ein *vollständig neues Segment* in BASiS-2. Die Siedlungsinfrastruktur wird durch ein für unterschiedliche Haustypen, Bebauungsleittypen und Raumtypen festgelegtes Tabellenverfahren berechnet und greift auf entsprechende Bauelemente zurück.

4.3.4 Eingabe von nutzerdefinierten Szenarien

Neben den zwei Szenarien können weitere 4 nutzerdefinierte Szenarien durch Kopieren oder Neueingabe erzeugt werden. Nicht verwendete Szenarien können automatisch bei der Berechnung und der Anzeige ausgeblendet werden.

4.3.5 Memofelder

Beim Erstellen von Szenarien können NutzerInnen Textnotizen zu ihren Annahmen in Memofeldern ablegen, die mit den Szenarien gespeichert werden. Diese Möglichkeit wurde an allen wichtigen Eingabestellen geschaffen, um die Annahmen zu „Stellschrauben“ der Szenarien transparenter zu machen. Memofelder werden angeboten für Eingaben zur Verteilung von Wohnungsbestand und Zubau auf Gebäudetypen, zum Heizsystemmix der Gebäude, zum Lieferantenmix für Baustoffe sowie zur räumlichen Verteilung des Wohnungszubaus.

Die Memofelder können auch durch Einfügen von Daten aus anderen Windows-Programmen (z. B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation) aus der Zwischenablage des Betriebssystems gefüllt werden.

Eine Ausgabe der Memo-Felder kann in Form eines einfachen Reportes im ASCII-Format unter dem Menüpunkt „Szenarien“ erfolgen.

[70] Beim Wärmebedarf von Passivhäusern dominieren nichtlineare Effekte, die durch interne Wärmespeicherung, Gebäudeorientierung, Ausrichtung der Fensterflächen usw. geprägt und extrem standortabhängig sind.

4.3.6 Hilfefunktion

Für alle Eingabefelder wurde eine Kurzbeschreibung eingebaut, die in der Statuszeile des Programms eingeblendet wird, wenn sich der Eingabefokus auf das Eingabebedienelement verschiebt. Darüber hinaus sind die wichtigsten Funktionen in einer Online-Hilfe beschrieben.

4.3.7 Hardware- und Softwarevorrausetzungen

BASiS-2 wurde vollständig unter Delphi 6.0 entwickelt. Als ausführbares Programm benötigt es keine getrennte Installation auf dem Zielrechner. Die Daten des Modells sind in einer MS-Access-Datenbank abgelegt.

Auf dem Anwenderrechner muss eine neuere Version von Windows (98 oder höher) installiert sein. Zusätzlich muss die Datenbankschnittstelle zu Access-Datenbanken verfügbar sein. Microsoft Office Paket 2000 oder XP beinhalten bereits die Installation dieser Datenbankschnittstelle. Alternativ ist auf der Microsoft-Website ein kostenloser Bezug der Schnittstelle (MDOC 2.6 oder neuer) möglich. Um den gesamten Funktionsumfang nutzen zu können, muss auf dem Client-Rechner ein installiertes GEMIS in der Version 4.13 (oder höher) vorhanden sein.

Für die Ausführung von BASiS-2 sind 40 MB freier Arbeitsspeicher und ein Prozessor der Pentium-III-Klasse notwendig.

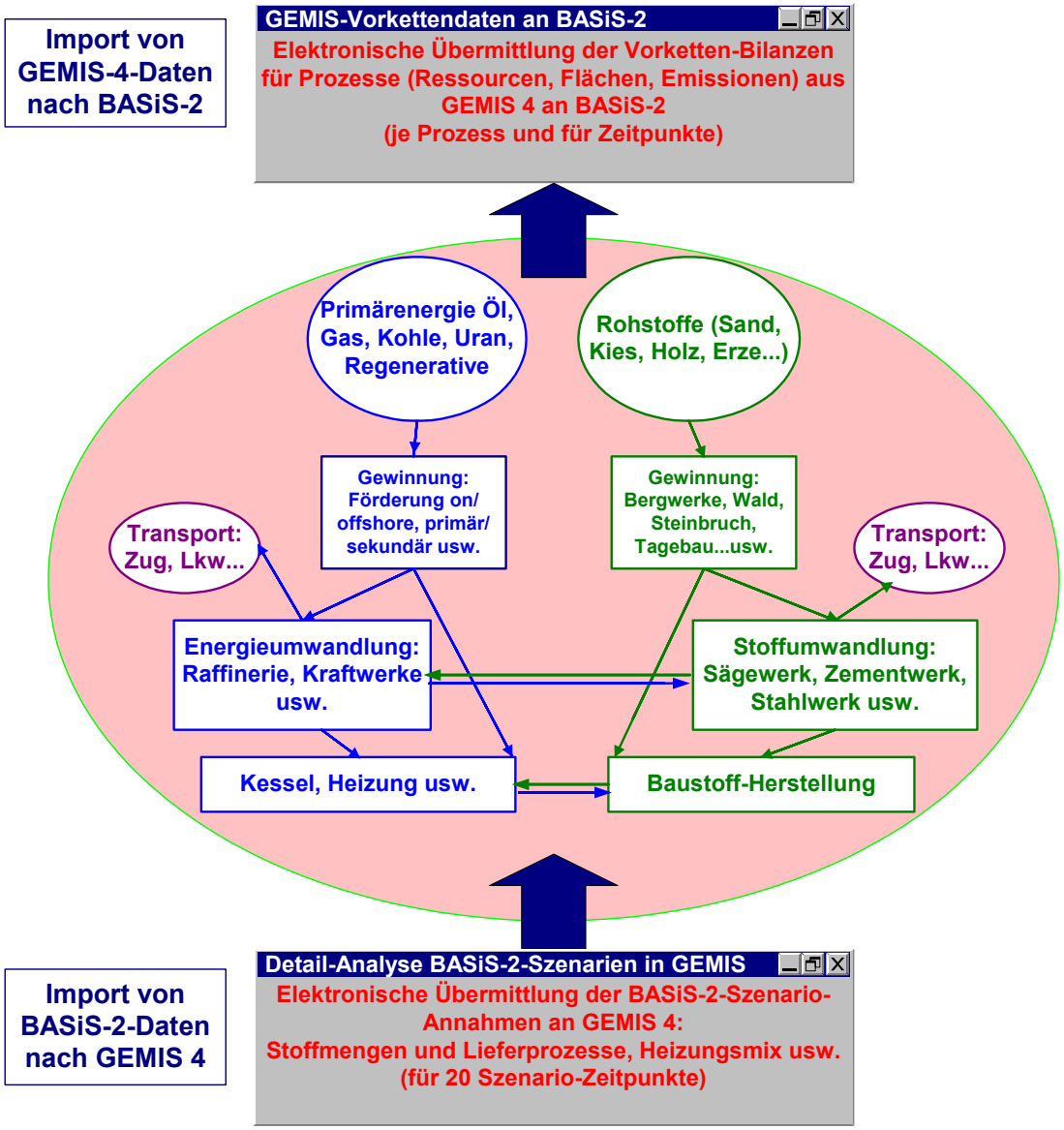
4.3.8 Schnittstellen mit anderen Programmen

Für die Detailanalyse der Umwelteffekte auf der Ebene der Stoff- und Energielieferanten steht das Computermodell GEMIS 4 auf der Internetadresse www.gemis.de bzw. http://www.oeko.de/service/gemis/ kostenlos zur Verfügung .

Die Nachfragen nach den einzelnen Stoffen und Energieträgern werden in Form einer Excel-Arbeitsmappe von BASiS-2 aus generiert. Dabei wird für jeden Zeitschritt und jedes (ausgewählte) Szenario ein eigenes Arbeitsblatt erzeugt, in dem die Daten in lesbarer Form abgelegt werden. Die Programmversion GEMIS 4.1.3 wurde mit einer Schnittstelle versehen, die den Import dieser Excel-Arbeitsmappe als Szenario ermöglicht. Da GEMIS nur maximal 20 Optionen auf einmal miteinander vergleichen kann, erfolgt beim Importvorgang die Selektion, welche Daten der Nutzer vergleichen will.

Die Ex- und Importfunktionen zwischen BASiS-2 und GEMIS 4 zeigt die folgende Graphik.

Abbildung 4.2 Ex- und Importfunktionen zwischen BASiS-2 und GEMIS 4



(Quelle: eigene Darstellung Öko-Institut)

Ergebnisse aus Rechnungen mit BASiS-2 werden im Modell in Tabellenform angezeigt, eine einfache graphische Anzeige der Ergebnisse wurde ebenfalls implementiert. Die Ergebnistabellen von BASiS-2 können in die Windows-Zwischenablage kopiert werden und stehen dann anderen Anwenderprogrammen wie z. B. Excel zur Verfügung.

5 Die Szenarien

In Abstimmung der Projektpartner mit dem Umweltbundesamt und den Mitgliedern des Begleitkreises wurden zwei unterschiedliche Szenarien für den Bereich Bauen und Wohnen aufgestellt, ein Referenzszenario und ein Nachhaltigkeitsszenario. Der Szenariozeitraum umfasst die Jahre 2001 bis 2025. Mit diesen beiden Szenarien werden Bilder möglicher Entwicklungen aufgezeigt, aus deren Unterschied der Gestaltungsspielraum für ein nachhaltig umweltgerechtes Bauen und Wohnen erkennbar wird. Damit wird die Bandbreite möglicher Entwicklungen im Bereich Bauen und Wohnen erfasst. Durch die Berechnung der mit beiden Szenarien verbundenen Umweltinanspruchnahme, wird es möglich eine Vorstellung davon zu erarbeiten, wie sich wichtige Indikatoren wie Flächeninanspruchnahme, Treibhausgasemissionen oder Rohstoffverbrauch entwickeln werden. Damit wird deutlich, in welchem Umfang und mit welchem Aufwand umweltbezogene Nachhaltigkeitsziele im Bereich Bauen und Wohnen erreichbar sind.

Dieser Zielstellung gemäß wird im Referenzszenario eine weitgehend eingriffslose Fortschreibung bisheriger Trends im Bereich „Bauen und Wohnen“ unterstellt. Für das Nachhaltigkeitsszenario wurde die gleiche demographische und gesamtwirtschaftliche Entwicklung angenommen, wie für das Referenzszenario. Der entscheidende Unterschied liegt in der Annahme, dass nachhaltiges Bauen und Wohnen einen hohen Stellenwert in der Gesellschaft erreicht, die Rahmenbedingungen in diesem Sinne verändert werden und daraus u.a. auch ein deutlich besserer wärmetechnischer Standard der Wohngebäude resultiert. Dazu sollen

- die Wohnungs- und Gebäudebestände durch Sanierung, Modernisierung und Zusammenlegung aufgewertet werden,
- die Städte forciert revitalisiert werden,
- Flächen sparende Bebauungsformen gefördert werden,
- die vorhandenen Brachflächen konsequent genutzt werden,
- die Passivbauweise im Massenmarkt etabliert werden,
- die wärmetechnische Sanierung der Bestände konsequent voran gebracht werden,
- der Anteil von Biomasse, Fernwärme/Nahwärme und Solarenergie bei der Versorgung mit Heizenergie erhöht werden,
- mehr Betonsplitt/-sand aus Recyclingmaterial im Hochbau eingesetzt werden,
- mehr nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden und
- durch Verzicht auf Keller Kosteneinsparungen realisiert werden, die u. a. für verbesserte Energiestandards eingesetzt werden können.

In ihrer Summe skizzieren diese Lösungsansätze ein Bild nachhaltigen Bauens Wohnens, das die zur Einhaltung des Kurses nachhaltiger Entwicklung erforderlichen Weichenstellungen beschreibt.

Weichenstellungen in Richtung einer nachhaltigeren Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen können auf verschiedenen Ebenen erfolgen. Sie reichen von der Entscheidung für bestimmte Bauweisen und Baumaterialien über Präferenzen für verschiedene Wohnformen (Einfamilienhaus oder Geschosswohnung) bis hin zur Frage der Priorität von Innenentwicklung oder Außenentwicklung sowie von Sanierung oder Neubau. Die Strukturierung der Szenarien erfolgte über Szenarioannahmen zu diesen unterschiedlichen Ebenen. Sie stellen die „Stellschrauben" dar, die für unterschiedliche Entwicklungen und entsprechend unterschiedliche Ergebnisse aus den Szenarienberechnungen verantwortlich sind. An diesen „Stellschrauben" kann nicht beliebig „gedreht" werden. Um eine realistische Einschätzung der Beeinflussbarkeit der Größen zu erhalten, wurden mit dem Begleitkreis und durch Expertenbefragungen potentielle Spielräume ermittelt und Instrumente zu deren Erreichung diskutiert.

In der folgenden Übersicht werden wichtige „Stellschrauben" und Maßnahmen zu ihrer Beeinflussung dargestellt:

Tabelle 5.1 Strukturierung der Szenarien über „Stellschrauben" und Maßnahmen

„Stellschraube"	**Maßnahmen**
Umfang des Neubaus von WE	Eine aktive Erschließung der Bestände (Sanierung, Zusammenlegung) vermeidet Leerstand/Abriss und bremst die Neubaunachfrage.
Verteilung des Neubaus auf Raumtypen	Eine forcierte Revitalisierung der Städte verringert den Trend zur Suburbanisierung.
Verteilung des Neubaus auf Haustypen	Mehr Mehrfamilienhausbau durch verstärkte Innenentwicklung und forcierte Revitalisierung der Städte, dadurch weniger Einfamilienhäuser
Anteil Innenentwicklung zu Außenentwicklung im Neubau	Konsequente Ausschöpfung der vorhandenen Potentiale (difu 2001b) und Realisierung der ExWoSt-Vorgabe[71] Innen- zu Außenentwicklung = 3 : 1
Abriss/Umwidmung/Zusammenlegung alter WE	Verstärkte Bestandserhaltungspolitik
Energetische Standards beim Neubau	Verstärkte politische Initiativen zur Förderung von Passivhäusern
Entwicklung der Beheizungsstrukturen im Neubau und im Bestand	Stark forcierter Einsatz von Biomasse (Holzpellets etc.) als regenerativem Energieträger sowie Ausbau des Fern- bzw. Nahwärmeanteils an der Heizwärmeversorgung
Nachdämmungsrate im Bestand	Realisierung der technisch realisierbaren Nachdämmrate und Nachdämmqualität (nach IWU) durch verstärkte Förderung
Betonrecycling (Hochbauanwendungen)	Ausschöpfen der Potentiale entsprechend der Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag" des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton
Anteil Holzbauweise beim Neubau von 1- bis 2-FH	Umfassende Förderung des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe; Zunahme der Passivhäuser (vermehrte Holzbauweise)
Kelleranteil beim Neubau	Teilaspekt des kostengünstigen Bauens, Kosteneinsparungen werden u. a. für verbesserte Energiestandards eingesetzt

[71] ExWoSt = Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, Förderprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

Jeder dieser „Stellschrauben“ lassen sich quantitative Angaben über die Entwicklung der zu Grunde liegenden Größen zuordnen (Anzahl Wohneinheiten, absolut und in bestimmten Räumen; Anzahl nachgedämmter Wohneinheiten; Anzahl Passivhäuser etc.). Zu jeder „Stellschraube“ wurden in Abstimmung mit dem Begleitkreis quantifizierte Szenarioannahmen erarbeitet. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Szenarioannahmen erfolgt in Kapitel 5.2.[72] In Kapitel 5.3 sind die quantifizierten Szenarioannahmen im Überblick zusammengefasst. Die in den Szenarioannahmen festgelegten Differenzen zwischen Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario sind in den Diskussionen im Begleitkreis so gewählt worden, dass sie bei hinreichendem politischem Willen und Akzeptanz der Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung in der Bevölkerung durchsetzbar erscheinen.

Die Entwicklung nach dem Nachhaltigkeitsszenario ist nicht durch Zumutungen in Richtung Genügsamkeit oder Verzicht geprägt. Es werden zwar Umorientierungen etwa von der „grünen Wiese“ in die Siedlungskerne oder vom Neubau zur Bestandspflege unterstellt. Insgesamt ergeben die Szenarioannahmen des Nachhaltigkeitsszenarios jedoch eine deutliche Verbesserung des Wohnungsbestandes in Deutschland. In diesem Szenario steigt die Wohnfläche pro Kopf von rund 39,8 m^2/Kopf im Jahr 2000 bis zum Jahr 2025 auf ca. 46,8 m^2/Kopf.[73] Gleichzeitig wurde eine verstärkte Sanierung und Modernisierung des Gebäudebestandes unterstellt und damit eine erhebliche Verbesserung der Gebäudesubstanz angenommen.

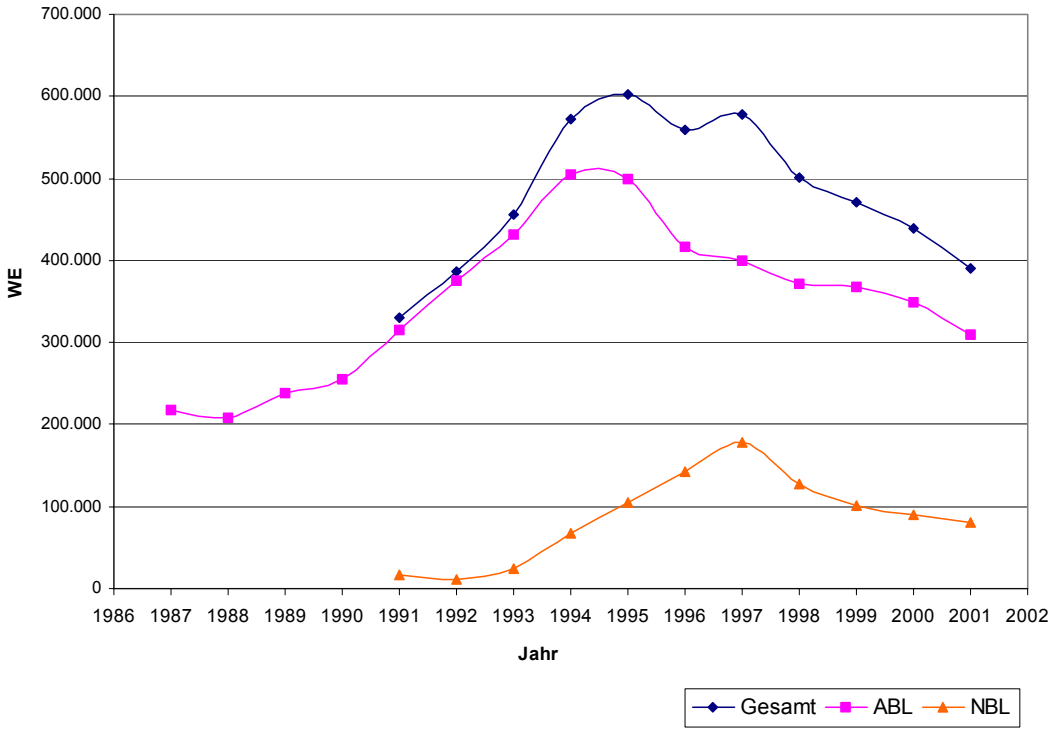
5.1 Basisjahr 2000: Beschreibung der Ausgangssituation

Unabhängig von der genauen Ausgestaltung der Szenarien mussten die Ausgangssituation in Deutschland zu Beginn des 21. Jahrhunderts und die sich kurzfristig abzeichnenden Trends im Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ analysiert werden (BBR/IÖR 2001, Pfeiffer 1999). Im Zentrum dieser Aktivitäten stand der 1. Kreativworkshop mit ausgewiesenen Fachleuten aus dem Bereich Wohnungsprognosen. Zusammenfassend kann die Ausgangssituation wie folgt beschrieben werden: Die aktuelle Lage im Wohnungsbau ist durch einen deutlichen Rückgang der Wohnungsfertigstellungen in den letzten Jahren gekennzeichnet. Dies betrifft besonders stark den Geschosswohnungsbau. In der nachfolgenden Graphik sind die Verhältnisse in den Neunzigerjahren bis 2001 dargestellt.

[72] Weitergehendere Details zu den Szenarioannahmen sind zusätzlich im Anhangband (Kapitel 2) aufgeführt.

[73] Die durchschnittliche Wohnfläche im Referenzszenario ist im Jahr 2025 mit 48,2 m^2/Kopf nur geringfügig höher – allerdings bei im Durchschnitt geringerer Qualität der Gebäude.

Abbildung 5.1 Wohnungsfertigstellungen (WE) in Deutschland 1987-2001



Quelle: Statistisches Bundesamt, Landesbausparkasse

Die Wohnungsfertigstellungen sind in den Neunziger Jahren zunächst auf ein sehr hohes Niveau von ca. 600.000 Wohneinheiten pro Jahr in der Mitte des Jahrzehntes angestiegen. Danach ist ein Rückgang auf ca. 400.000 Wohneinheiten im Jahr 2001 festzustellen. Dieser Rückgang ist sowohl in den Alten als auch in den Neuen Bundesländern (ABL/NBL) zu beobachten. Die Ursachen für die sehr hohen Aktivitäten im Bereich des Wohnungsneubaus im letzten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts waren:

- Nachholbedarf in den Alten wie den Neuen Bundesländern (Wohnungsnotdebatte[74]),
- sehr starke Einwanderungswellen nach Deutschland und
- geburtenstarke Jahrgänge in der Haushaltsgründungsphase.

Ein derart hohes Niveau der Neubauaktivitäten wie in den Neunzigerjahren wird in den nächsten 25 Jahren nicht wieder erreicht werden. Es ist vielmehr damit zu rech-

[74] In den Alten Bundesländern wurde Ende der Achtziger-/ Anfang der Neunzigerjahre eine allgemeine Wohnungsnot diskutiert. Aufgrund sehr geringer Fertigstellungszahlen in den Achtzigerjahren trafen die geburtenstarken Jahrgänge der 50er und 60er Jahre in der Haushaltsgründungsphase auf einen sehr angespannten Wohnungsmarkt, d. h. Wohnungen vor allem in den Städten waren sehr knapp. Nach der Wiedervereinigung wurde das Thema auch in den Neuen Bundesländern publik. Ursache dort war vor allem der vielfach katastrophale Zustand der Wohnungen, die – nach westlichen Standards – oft nahezu unbewohnbar waren. Hinzu kamen häufig lange ungeklärte Eigentumsverhältnisse.

nen, dass sich die Zahl der jährlichen Wohnungsfertigstellungen in diesem Zeitraum zwischen 300.000 und 400.000 Wohneinheiten bewegen wird. Die Gründe liegen in der in vielen Regionen (vor allem der Neuen Bundesländer) vorhandenen starken Überversorgung mit Wohnraum und nicht zuletzt in der erwarteten demographischen Entwicklung in Deutschland, die mittel- bis langfristig zu einem starken Abflachen bzw. Stagnieren der Bevölkerungs- und Haushaltszahlen führen wird. Die Entwicklung der Haushaltszahlen beeinflusst entscheidend die Nachfrage nach Wohnraum und damit letztlich auch die Nachfrage nach Neubauwohnungen. Entsprechende Prognosen sind in den beiden nachfolgenden Graphiken aufgeführt.

Abbildung 5.2 Bevölkerungsprognose Deutschland bis 2015 (BBR/IÖR 2001)

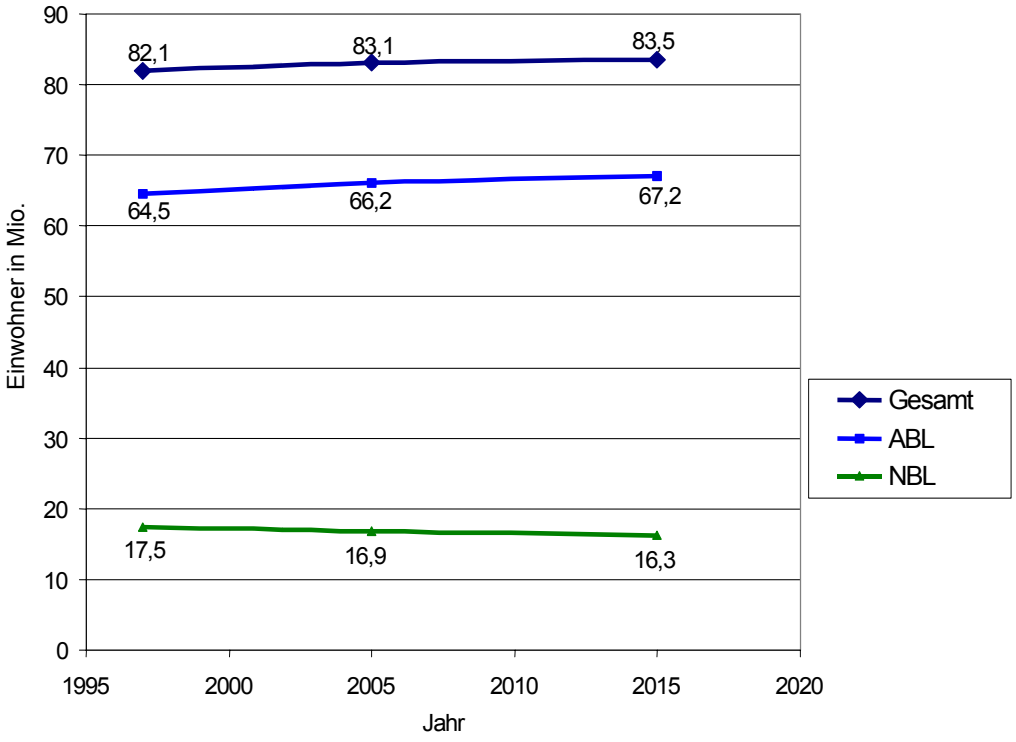
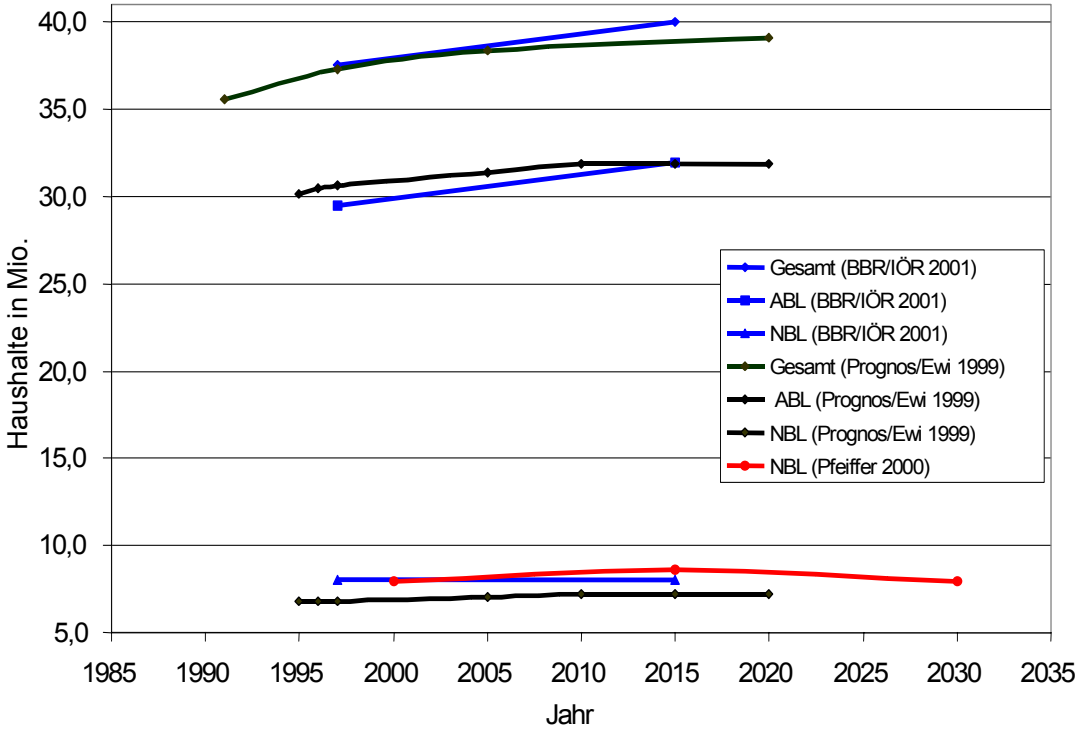


Abbildung 5.3 Prognose der privaten Haushalte in Deutschland



In der Tendenz zeigen die Prognosen der verschiedenen Institutionen hinsichtlich der Haushaltszahlen alle eine ähnliche Entwicklung auf. Für die Alten Bundesländer gehen sowohl das BBR als auch Prognos von einem moderaten Anstieg bis in den Zeitraum zwischen 2010 bis 2015 aus. Für den weiteren Szenariozeitraum bis 2020 ist mit einer Stagnation zu rechnen. Für die Neuen Bundesländer ist nach den verschiedenen Prognosen bereits während des gesamten Szenariozeitraums mit Stagnation bzw. mit einem moderaten Rückgang bezüglich der Haushaltszahlen zu rechnen, da die deutlich abnehmende Bevölkerungszahl (Sterbeüberschüsse[75] und Abwanderung in die Alten Bundesländer) sich mit der weiteren Verkleinerung der Haushaltsgrößen (Personen je Haushalt) ungefähr ausgleichen wird.

5.2 Szenarioannahmen

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Szenarioannahmen des Referenz- und des Nachhaltigkeitsszenarios ausführlich beschrieben. Sie basieren auf intensiven Recherchen, Diskussionen und Abstimmungen der Projektpartner mit dem Umweltbundesamt. Entscheidende Hinweise und Impulse ergaben sich aus dem ausführlichen Dialog mit den Akteuren in den Kreativworkshops und dem Begleitkreis. Über die im Folgenden ausgeführten einzelnen Szenarioannahmen haben die Projektpartner, das Umweltbundesamt und die Begleitkreismitglieder auf dem zweiten Begleitkreistermin Konsens erzielt und diese für die Erstellung der Szenarien, deren Ergebnisse

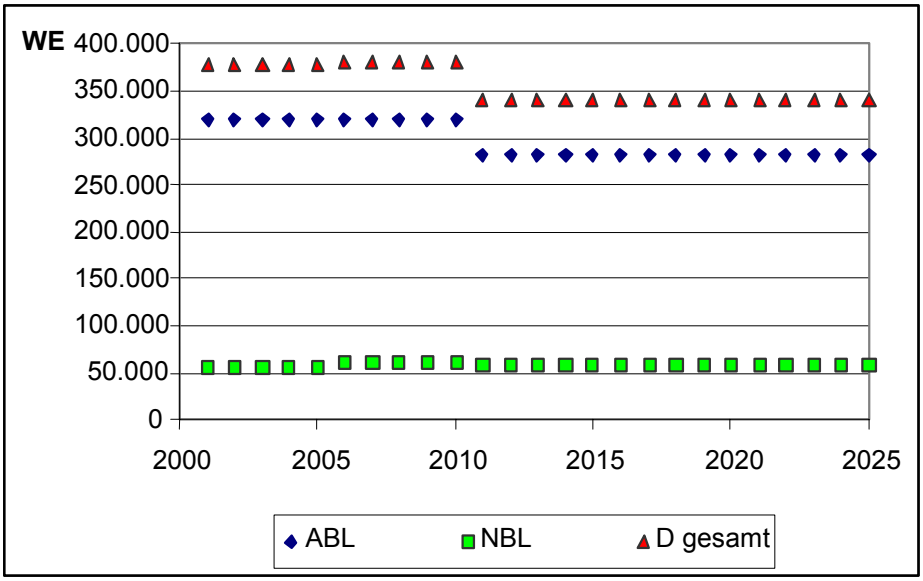
[75] Saldo aus der Anzahl der Sterbefälle und der Anzahl der Lebendgeborenen je Jahr.

im Kapitel „Ergebnisse der Szenarienberechnungen“ dokumentiert sind, vollständig übernommen.

5.2.1 Entwicklung des Wohnungsneubaus

Nach ausführlicher Diskussion mit den Experten auf dem ersten Kreativworkshop und in nachfolgenden bilateralen Gesprächen und Recherchen haben sich die Projektpartner und das Umweltbundesamt darauf verständigt, die aktuelle gemeinsame Wohnungsprognose des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und des Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR) als Orientierung für das Referenzszenario heranzuziehen (BBR/IÖR 2001). Der Prognosezeitraum der Wohnungsprognose reicht bis zum Jahr 2015. In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt wurden in einem konservativen Ansatz die Fertigstellungszahlen[76] für das Referenzszenario über das Jahr 2015 hinaus bis 2025 konstant gehalten.

Abbildung 5.4 Fertigstellung von Wohneinheiten in Deutschland 2001-2025 (nach BBR/IÖR 2001)



Die Prognosedaten von BBR/IÖR liegen in 5-Jahres-Paketen vor. Aus der Abbildung ist zu entnehmen, dass für das zweite Jahrfünft (2006-2010) für die Neuen Bundesländer ein geringfügiger Anstieg gegenüber 2001-2005 prognostiziert wird. Für den Zeitraum zwischen 2011-2015 wird sowohl für die Alten Bundesländer als auch für die Neuen Bundesländer eine etwas geringere Wohnungsbauaktivität unterstellt. Diese Daten werden für die Szenarienerstellung bis zum Ende des Szenariozeitraums (2025) fortgeschrieben. In der nachfolgenden Tabelle sind die Szenarioannahmen hinsichtlich des Neubaus von Wohneinheiten (WE) in den Alten und den Neuen Bundesländern dargestellt. Die Szenarioannahmen für das Referenzszenario basieren

[76] Die aufgeführten Zahlen beziehen jeweils die Errichtung von neuen WE durch Maßnahmen an bestehenden Gebäuden mit ein.

auf den Prognosedaten von BBR/IÖR. Für das Nachhaltigkeitsszenario werden geringere Neubauaktivitäten im Vergleich zum Referenzszenario unterstellt. Diese Szenarioannahme muss im Zusammenhang mit einer im Nachhaltigkeitsszenario unterstellten quantitativ und qualitativ forcierten Sanierung der Wohnungsbestände in den Alten und Neuen Bundesländern gesehen werden (vgl. Kapitel 5.2.8), die mit einem geringeren Verlust von Wohnraum durch Abriss (vgl. hierzu Kapitel 5.2.5) einhergeht.

Ungeachtet dieser Unterschiede wird über den gesamten Szenariozeitraum zwischen den Jahren 2001 und 2025 in beiden Szenarien ein bedeutendes Neubauvolumen angesetzt, welches den Zuwachs an Haushalten in den Alten Bundesländern[77] deutlich übertrifft. Das Neubauvolumen übertrifft im Referenzszenario den Zuwachs der Haushalte in den Alten Bundesländern um rund 4,2 Mio. Einheiten. Im Falle des Nachhaltigkeitsszenarios wird der Zuwachs der Haushalte um rund 2,8 Mio. Einheiten in den Alten Bundesländern übertroffen.[78] Übereinstimmend hatten die Experten aus dem Bereich Wohnungsprognosen auf dem ersten Kreativworkshop im Rahmen dieses Projektes bestätigt, dass sich pro Kopf die Versorgung mit Wohnraum weiter verbessern wird.[79]

Tabelle 5.2 Szenarioannahmen für den Neubau von WE in den ABL und NBL[80]

Zeitraum	**WE Referenzszenario ABL**	**WE Nachhaltigkeitsszenario ABL**
2001-2010	Ca. 320.000 WE/a	Ca. 260.000 WE/a
2011-2025	Ca. 280.000 WE/a	Ca. 225.000 WE/a
Summe 2001-2025	7,4 Mio. WE	6,0 Mio. WE
Zeitraum	**WE Referenzszenario NBL**	**WE Nachhaltigkeitsszenario NBL**
2001-2025	Ca. 58.000 WE/a	Ca. 34.000 WE/a
Summe 2001-2025	1,45 Mio. WE	0,85 Mio WE

[77] Nach (BBR/IÖR 2001) beträgt der Zuwachs an Haushalten in den Alten Bundesländern bis 2015 rund 2 Mio. Bei konservativer Fortschreibung bis 2025 beträgt der Zuwachs an Haushalten zwischen 2001 bis 2025 rund 3,2 Mio.

[78] Beim Vergleich der Szenarien muss auch das unterschiedliche Ausmaß des Verlustes an WE durch Abriss berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 5.2.5). Im Falle des Nachhaltigkeitsszenarios werden deutlich weniger WE über den Szenariozeitraum abgerissen.

[79] Diese Aussage gilt als Durchschnitt für die Alten Bundesländer ungeachtet großer regionaler Unterschiede.

[80] Datenbasis Referenzszenario: (BBR/IÖR 2001), Nachhaltigkeitsszenario: Abstimmung Projektpartner mit Begleitkreis. Alle Daten der Tabelle sind gerundete Werte und umfassen auch neue WE durch Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden: Details finden sich im Anhang (Kapitel 2.1 Neubau von Wohneinheiten).

Die Entwicklungen für die Neuen Bundesländer sind aufgrund des aktuell vielfach großen Überangebotes an Wohnungen (Leerstand von rund 1 Mio. WE in den NBL) schwierig einzuschätzen. Die Szenarioannahmen im Referenzszenario lehnen sich an die BBR/IÖR-Wohnungsprognose[81] an. Für das Nachhaltigkeitsszenario wurde nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Leerstandsdiskussion in den Neuen Bundesländern und dem sich abzeichnenden Rückgang der Haushaltszahlen eine deutlich geringere Neubauaktivität im Vergleich zum Referenzszenario angesetzt.

5.2.2 Verteilung des Wohnungsneubaus auf die drei Raumtypen

Mit entscheidend für die Entwicklung der zukünftigen Ressourceninanspruchnahme ist, wo neu gebaut wird. Der Neubau eines Haustyps verursacht z. B. im ländlichen Raum nicht zuletzt aufgrund erheblich günstigerer Baulandpreise einen deutlich größeren Flächenbedarf (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) als z. B. der gleiche Haustyp in Kernstädten. Der erheblich größere Flächenbedarf ergibt sich durch die üblicherweise geringere Dichte der Bebauung (quantifiziert über die Geschossflächendichte: vgl. Tabelle 3.10) im ländlichen Raum. Die damit verbundene größere Verkehrserschließungsfläche verursacht gleichzeitig einen größeren Bedarf an mineralischen Rohstoffen (für Wohnstraßen, Fußwege, Kanalisation etc.).[82] Die Szenarioannahmen zur Verteilung des Wohnungsneubaus auf die drei Raumtypen Kernstädte, erweiterter suburbaner Raum und ländlicher Raum tragen dieser Tatsache Rechnung. In der folgenden Tabelle sind die Szenarioannahmen für die Alten und Neuen Bundesländer wiedergegeben.

Im Referenzszenario werden entsprechend seiner Philosophie konstante Verteilungen über die drei Raumtypen unverändert bis 2025 fortgeschrieben. Für das Nachhaltigkeitsszenario wird ein Paradigmenwechsel unterstellt, d. h. der Trend zur Stadtflucht wird vermindert und die Zersiedelung der suburbanen Räume (sogenannte „Speckgürtel“) und der ländlichen Räume verringert. Unterstellt werden umfassende Revitalisierungen der Städte, d. h. konsequente Aufwertungen des Wohn- und Lebensraums „Stadt“. Für die Neuen Bundesländer werden im Rahmen des Nachhaltigkeitsszenarios für die Anteile des Wohnungsneubaus an den Kernstädten aufgrund der Ausgangslage (viele Brachflächen, freiwerdende Flächen durch Abriss etc.) etwas größere Potentiale unterstellt als für die Alten Bundesländer.

---

[81] In die Prognose nach (BBR/IÖR 2001) und damit in die Daten für das Referenzszenario ging für die Neuen Bundesländer ein Szenario von vier verschiedenen Szenarien des IÖR ein. Dieses Szenario stellt nach Einschätzung des IÖR ein optimistisches Wohnungsbauszenario für die Neuen Bundesländer dar, d. h. nach den anderen Szenarien des IÖR würde sich ein geringeres Neubauvolumen für die Neuen Bundesländer einstellen.

[82] Darüber hinaus besteht beim Wohnungsbau im ländlichen Raum eine starke Tendenz zu flächenintensiven Haustypen (vor allem freistehende Einfamilienhäuser), die den Effekt einer erhöhten Ressourceninanspruchnahme zusätzlich verstärken. In Kapitel 5.2.3 werden hierzu entsprechende Szenarioannahmen erläutert.

Tabelle 5.3 Szenarioannahmen für die Verteilung des Neubaus auf die Raumtypen in den ABL und NBL[83]

Zeitraum	**Referenzszenario** **Verteilung WE ABL**	**Nachhaltigkeitsszenario** **Verteilung WE ABL**
2001-2025	21,0 % Kernstädte 56,0 % Erw. suburbaner Raum 23,0 % Ländlicher Raum	
2001-2005		Lineare Veränderung bis 2005, ausgehend von der Verteilung des Referenzszenarios auf: 35,0 % Kernstädte 43,0 % Erw. suburbaner Raum 22,0 % Ländlicher Raum
2006-2025		Unveränderte Fortschreibung der Verteilung von 2005
Zeitraum	**Referenzszenario** **Verteilung WE NBL**	**Nachhaltigkeitsszenario** **Verteilung WE NBL**
2001-2025	18,0 % Kernstädte 46,0 % Erw. suburbaner Raum 36,0 % Ländlicher Raum	
2001-2005		Lineare Veränderung bis 2005, ausgehend von der Verteilung des Referenzszenarios auf: 40,0 % Kernstädte 30,0 % Erw. suburbaner Raum 30,0 % Ländlicher Raum
2006-2025		Unveränderte Fortschreibung der Verteilung von 2005

[83] Die Daten des Referenzszenarios sind eigene Ableitungen des Öko-Instituts nach Daten der Wohnungsprognose von (BBR/IÖR 2001). Die Daten für das Nachhaltigkeitsszenario sind Ergebnis der Abstimmung mit dem Begleitkreis unter Berücksichtigung der unterschiedlichen „Ausgangslage“ (d. h. Daten des Referenzszenarios) in den ABL und NBL.

5.2.3 Anteil der Ein- bis Zwei- und Mehrfamilienhäuser am Wohnungsneubau

Die Verteilung des Wohnungsneubaus auf die Teilsegmente Ein- bis Zweifamilienhäuser sowie Mehrfamilienhäuser (Geschosswohnungsbau) ist in der nächsten Tabelle für die Alten und Neuen Bundesländer dargestellt. Das Referenzszenario lehnt sich in seinen Annahmen an die BBR-/IÖR-Wohnungsprognose (BBR/IÖR 2001) an, die für die Alten Bundesländer von einem Anteil von rund 47 % Mehrfamilienhäusern am Wohnungsneubau ausgeht. Für das Nachhaltigkeitsszenario wird hingegen im Zuge des unterstellten Paradigmenwechsels (Revitalisierung der Städte, verdichtetes Bauen) ein steigender Anteil des Geschosswohnungsbaus bis zum Jahr 2025 unterstellt.[84] Zunächst steigt im Nachhaltigkeitsszenario der Anteil der Mehrfamilienhäuser am Neubau linear bis auf 55 % bis zum Jahr 2005 an. Anschließend erfolgt ein weiterer linearer Anstieg bis zum Jahr 2025 auf 70 % Anteil am Wohnungsneubau für die Mehrfamilienhäuser. Der Hintergrund für diese Szenarioannahmen im Nachhaltigkeitsszenario muss im Zusammenhang mit einem unterstellten verstärkten Trend zum Bauen und Wohnen in der Stadt und einem gebremsten Trend zur Stadtflucht (vgl. Kapitel 5.2.2 und 5.2.4) gesehen werden. Der unterstellte deutliche Anstieg des Geschosswohnungsbaus steht im logischen Kontext zu diesen Szenarioannahmen. Urbanes Wohnen verlangt überproportional nach Mehrfamilienhäusern, da Grundstückspreise, städtebauliche Vorgaben und generell Flächenknappheit in Städten entsprechende Haustypen bedingen. Für das Nachhaltigkeitsszenario wird ein entsprechender Stellenwert von nachhaltigem Bauen und Wohnen bei allen Akteuren, d. h. auch bei den Bewohnern unterstellt. Entsprechend werden flächen- und ressourcensparende Haustypen wie Mehrfamilienhäuser verstärkt nachgefragt.

Für die Neuen Bundesländer unterscheiden sich für beide Szenarien die entsprechenden Szenarioannahmen in ihrer quantifizierten Ausprägung deutlich von denen für die Alten Bundesländer. Aufgrund eines vielfach vorhandenen großen Überangebotes an Bestandswohnungen im Geschosswohnungsbau und der zurückgehenden Bevölkerungszahl in den Neuen Bundesländern, insbesondere in vielen städtischen Zentren, wird für das Referenzszenario in Anlehnung an die Erwartungen der Fachleute (BBR/IÖR 2001) von einem Anteil des Geschosswohnungsneubaus von lediglich 20 % ausgegangen (vgl. nächste Tabelle). Im Nachhaltigkeitsszenario hingegen wird gegen den derzeit erkennbaren Trend der Stadtflucht[85] über die Revitalisierung der Städte ein Anstieg des Anteils des Geschosswohnungsbaus angenommen. Die grundlegenden Annahmen sind die gleichen wie im Falle der Alten Bundes-

[84] Es muss bei der Betrachtung der Verteilung des Wohnungsneubaus berücksichtigt werden, dass die absoluten Zahlen des Wohnungsneubaus beim Nachhaltigkeitsszenario geringer sind als im Referenzszenario. Die detaillierten Daten sind in umfangreichen Tabellen im Anhangband aufgeführt, die auch eine noch tiefergliedrige Unterteilung des Wohnungsneubaus (Reihenhäuser, Doppelhaushälften etc.) enthalten.

[85] Dieser für die Neuen Bundesländer aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen bis 1990 gegenüber den Alten Bundesländern relativ neue Trend der Stadtflucht vollzieht sich gegenwärtig aufgrund der relativ niedrigen Grundstückspreise im Umfeld der Städte der Neuen Bundesländer mit besonders hoher Vehemenz.

länder, allerdings wird in den Zahlen die deutlich unterschiedliche Ausgangslage gegenüber den Alten Bundesländern berücksichtigt. So steigt im Nachhaltigkeitsszenario in den Neuen Bundesländern zunächst der Anteil der Mehrfamilienhäuser am Wohnungsneubau linear auf 30 % bis zum Jahr 2005 an. Bis zum Jahr 2025 schließt sich ein weiterer, leicht schwächerer linearer Anstieg auf 50 % an. Dieser langfristige allmähliche Anstieg in den Szenarioannahmen trägt dem Umstand Rechnung, dass sowohl ein Bewusstseinswandel hin zum nachhaltigen Bauen und Wohnen bei allen Akteuren als auch die notwendige Veränderung von flankierenden Rahmenbedingungen durch die Politik ein Prozess ist, der viele Jahre benötigen wird.

Tabelle 5.4 Szenarioannahmen für den Anteil von WE in Mehrfamilienhäusern am Neubau in den ABL und NBL[86]

Zeitraum	**Referenzszenario** **Anteil WE in Mehrfamilienhäusern ABL**	**Nachhaltigkeitsszenario** **Anteil WE in Mehrfamilienhäusern ABL**
2001-2025	47 %	
2001-2005		Linearer Anstieg bis 2005, ausgehend vom Anteil des Referenzszenarios auf 55 %
2006-2025		Linearer Anstieg bis 2025, ausgehend von 55 % auf 70 % Anteil
	Referenzszenario **Anteil WE in Mehrfamilienhäusern NBL**	**Nachhaltigkeitsszenario** **Anteil WE in Mehrfamilienhäusern NBL**
2001-2025	20 %	
2001-2005		Linearer Anstieg bis 2005, ausgehend vom Anteil des Referenzszenarios auf 30 %
2006-2025		Linearer Anstieg bis 2025, ausgehend von 30 % auf 50 % Anteil

5.2.4 Anteil der Innen- und Außenentwicklung im Wohnungsneubau

Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Referenz- und dem Nachhaltigkeitsszenario besteht in den Szenarioannahmen zur Innen- und Außenentwicklung (Bauen auf der „grünen Wiese“).[87] Nach der Baulandumfrage 1997/98 des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung konnte im Durchschnitt der befragten Kommunen etwa

[86] Die Daten des Referenzszenarios beruhen auf der Wohnungsprognose von (BBR/IÖR 2001). Die Daten für das Nachhaltigkeitsszenario sind Ergebnis der Abstimmung mit dem Begleitkreis unter Berücksichtigung der unterschiedlichen „Ausgangslage“ (d. h. Daten des Referenzszenarios) in den ABL und NBL.

[87] Im Anhangband, Kapitel 2.2 findet sich ein Exkurs über die Potenziale der Innenentwicklung, welcher eine theoretische Einführung in das Thema bietet.

30 % der jährlichen Wohnbauleistung innerhalb des Siedlungsbereiches, z.B. durch Nachverdichtung über Baulückenschließung, lokalisiert werden (Beckmann u.a. 1999, S. 35). In den Großstädten wird ein etwas größerer Anteil erreicht. Für das Referenzszenario wird demnach der Innenentwicklungsanteil für die Raumtypen II und III (erweiterter suburbaner Raum bzw. ländlicher Raum) mit 30 % (Anteil Außenentwicklung 70 %) veranschlagt. Für den Raumtyp I (Kernstädte) wird der Anteil der Innenentwicklung mit 40 % (Anteil Außenentwicklung 60 %) angesetzt. Im Referenzszenario wird der Anteil der Innenentwicklung entsprechend der Szenariophilosophie, die eine Fortschreibung aktueller Trends vorsieht, über den gesamten Szenariozeitraum konstant gehalten.

Im Nachhaltigkeitsszenario steigt der Anteil der Innenentwicklung (Bebauung von Brachflächen, Nachverdichtung) dagegen bis zum Jahr 2010 deutlich an und verbleibt danach auf einem konstant hohen Niveau von 75 % Anteil am Wohnungsneubau. Sowohl auf dem 2. Kreativworkshop mit den Fachleuten aus dem Bereich Stadtplanung als auch im Begleitkreis herrschte Konsens darüber, dass das theoretisch verfügbare Brachflächenpotential (brachliegende Bahnflächen etc.) bislang bei weitem nicht annähernd ausgeschöpft wird, so dass unter den Bedingungen eines Nachhaltigkeitsszenarios hier weitere Potentiale erreichbar erscheinen. Auch Arbeiten des Deutschen Instituts für Urbanistik für das Umweltbundesamt kommen zu diesem Ergebnis (difu 2001b)[88]. Die Quote von 75 % Innenentwicklung entspricht weiterhin den Vorgaben im Forschungsfeld „Städte der Zukunft“ im Rahmen des Experimentellen Wohnungs- und Städtebaus (ExWoSt) des BMVBW (ExWoSt 1997).

[88] Am Beispiel der Regionen Hannover und Cottbus wurde in dieser Forschungsarbeit demonstriert, dass unter geeigneten Rahmenbedingungen theoretisch eine Abdeckung des Wohnungsbaubedarfs zwischen 1997 und 2010 ohne Inanspruchnahme zusätzlicher Landschaftsfläche möglich wäre.

Tabelle 5.5 Szenarioannahmen: Anteil Innenentwicklung am Neubau von WE in den ABL und NBL[89]

Zeitraum	Referenzszenario Anteil der Innenentwicklung in %	Nachhaltigkeitsszenario Anteil der Innenentwicklung in %
2001-2025	30 %[90]	
2001-2010		Linearer Anstieg des Anteils der Innenentwicklung auf 75 % bis 2010, ausgehend vom Anteil des Referenzszenarios
2011-2025		Konstanter Anteil der Innenentwicklung von 75 % bis 2025

Da Brachflächen[91] heute vielfach nicht ausreichend aktiviert werden, wird für das Referenzszenario davon ausgegangen, dass der größere Anteil der Innenentwicklung durch Nachverdichtung (Innenentwicklung ohne Infrastrukturaufwand) abgedeckt wird. Der Anteil der Brachflächenaktivierung an der Innenentwicklung wird in den Kernstädten (höhere Potentiale durch ehemalige Industriegelände, aufgegebene Liegenschaften der Bahn AG etc.) höher angesetzt als in den anderen Raumtypen. In beiden Szenarien wird aufgrund fehlender Detailinformationen nicht zwischen Alten und Neuen Bundesländern differenziert.

Tabelle 5.6 Verteilung des Neubaus auf die Außen- und die Innenentwicklung (Brachflächen sowie Nachverdichtung): Referenzszenario

Anteil Innenentwicklung im Neubau				
Referenzszenario				
Verhältnisse gelten für alle Neubauhaustypen und alle Jahre des Szenariozeitraums !				
Raumtyp	Aussenentwicklung	Innenentwicklung Brachflächen	Innenentwicklung Nachverdichtung	Summe
RT I	0,6	0,15	0,25	1
RT II	0,7	0,05	0,25	1
RT III	0,7	0	0,3	1

Eigene Annahmen des Öko-Instituts auf Basis der im Text aufgeführten Quellen. Die Differenzierung der Daten der Innenentwicklung zwischen Brachflächen und Nachverdichtung ist mangels Quellenangaben eine eigene grobe Abschätzung des Öko-Instituts anhand der oben skizzierten Überlegungen.

[89] Die Daten für das Referenzszenario wurden an die Ergebnisse der Baulandbefragung 1997/1998 des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (Beckmann et al. 1999) angelegt. Die Daten für das Nachhaltigkeitsszenario sind Ergebnis der Abstimmung mit dem Begleitkreis unter Berücksichtigung der Vorgaben des ExWoSt-Forschungsfeldes „Städte der Zukunft“ (ExWoSt 1997). Eine Unterscheidung der Szenarioannahmen für die ABL und NBL wurde aufgrund fehlender Detailinformationen nicht vorgenommen.

[90] Im Falle des Neubaus von WE im Raumtyp „Kernstädte“ wird für das Referenzszenario konstant von 40 % Anteil der Innenentwicklung ausgegangen, da die Ergebnisse der Baulandbefragung für Kernstädte tendenziell größere Werte als 30 % für die Innenentwicklung auswies. Die Ursache hierfür ist in der größeren Flächenknappheit in Kernstädten zu suchen.

[91] Nachverdichtung wird in BASiS-2 als Sammelbegriff für verschiedene Arten infrastrukturneutraler Innenentwicklung verwendet; Brachflächen als Sammelbegriff für infrastrukturrelevante Arten der Innenentwicklung (vgl. Kapitel 3.1.4 sowie Glossar des Endberichts).

Die Gründe für die bislang suboptimale Ausschöpfung von Brachflächenpotentialen, die nach den Annahmen für das Referenzszenario bis 2025 fortgeschrieben wird, sind vielfältig.[92] Eine wichtige Ursache ist die ungebrochene Präferenz vieler Bundesbürger zum „Eigenheim im Grünen", das weiterhin die mit Abstand beliebteste Wohnform ist (Kühn 1999, Hentschel 1997, Böltken et al. 1999). Besserverdienende Mittelstandsschichten in der Familiengründungsphase ziehen daher oft ins Umland, zumal die finanziellen Rahmenbedingungen für ein Bauen und Wohnen in der Stadt sich oft ungünstiger darstellen. Die Grunderwerbssteuer wird prozentual aus dem Kaufpreis für eine Immobilie berechnet. Das Grundstück auf der „Grünen Wiese" im Umland ist in der Regel für deutlich geringe Beträge pro Quadratmeter zu erwerben als z. B. die Brachfläche in der Stadt. Der Nachteil des höheren Kaufpreises des städtischen Grundstücks wird durch die steuerlichen Regelungen daher noch verstärkt. Weitere Hemmnisse für die Vermarktung und Nutzung von Brachflächen liegen in der Besorgnis vor Altlasten, den Unsicherheiten über die Kosten und den Zeitaufwand von Abbruchmaßnahmen (bei alter Wohn- oder Gewerbebebauung) und besonders komplexen Planungserfordernissen bei der Reaktivierung von städtischen Brachflächen (difu 2001b).

Für das Nachhaltigkeitsszenario wird davon ausgegangen, dass in den Kernstädten (Raumtyp I) und den erweiterten suburbanen Räumen (Raumtyp II) der höhere Anteil der Innenentwicklung im Vergleich zum Referenzszenario in erster Näherung vor allem durch stärkere Aktivierung von Brachflächen realisiert werden kann. Da die Brachflächen hier das entscheidende Flächenpotential darstellen. Für den ländlichen Raum hingegen (Raumtyp III) ist davon auszugehen, dass größere Potentiale durch Nachverdichtungen (Innenentwicklung ohne zusätzlichen Infrastrukturaufwand) für den Wohnungsneubau erschlossen werden können, da hier vielfach große Grundstücke mit hohen Gartenanteilen für Nachverdichtungen zur Verfügung stehen.

[92] Vertiefende Informationen zu den Hemmnissen und Potentialen des kommunalen Flächenrecyclings finden sich in (difu 2001a, difu 2001b).

Tabelle 5.7 Verteilung des Neubaus auf die Außen- und die Innenentwicklung (Brachflächen sowie Nachverdichtung): Nachhaltigkeitsszenario

Anteil Innenentwicklung im Neubau				
Nachhaltigkeitsszenario				
Startjahr 2000				
Raumtyp	Aussenentwicklung	Innenentwicklung Brachflächen	Innenentwicklung Nachverdichtung	Summe
RT I	0,6	0,15	0,25	1
RT II	0,7	0,05	0,25	1
RT III	0,7	0	0,3	1
Linearer Anstieg (jeweils anteilig Brachflächen und Nachverdichtung) der Innenentwicklung				
bis 2010, ab 2011 konstant für alle Jahre				
Raumtyp	Aussenentwicklung	Innenentwicklung Brachflächen	Innenentwicklung Nachverdichtung	Summe
RT I	0,25	0,5	0,25	1
RT II	0,25	0,45	0,3	1
RT III	0,25	0,15	0,6	1

Eigene Annahmen des Öko-Instituts auf Basis der im Text aufgeführten Quellen. Die Differenzierung der Daten der Innenentwicklung zwischen Brachflächen und Nachverdichtung ist mangels Quellenangaben eine eigene grobe Abschätzung des Öko-Instituts anhand der oben skizzierten Überlegungen.

Im Nachhaltigkeitsszenario wird unterstellt, dass die zahlreichen Hemmnisse und ungünstigen Rahmenbedingungen, welche die Innenentwicklung erschweren, Zug um Zug abgebaut und die entsprechenden Potentiale erschlossen werden können. Voraussetzung ist der für das Nachhaltigkeitsszenario grundsätzlich angenommene Bewusstseinswandel hin zum nachhaltigen Bauen und Wohnen bei allen involvierten Akteuren (Politik, Wirtschaftsverbände, Planungsverantwortliche, Konsumenten etc.). Bestehende steuerliche, planungsrechtliche und ideelle Hemmnisse werden entsprechend beseitigt bzw. die Rahmenbedingungen für die Innenentwicklung verbessert. An Vorschlägen von Fachleuten (difu 2001a, difu 2001b) sowie Erfahrungen aus Modellprojekten (Pahl-Weber 2000) hierzu mangelt es nicht. Die Diskussionen auf dem 2. Kreativworkshop (Fachleute der Stadtplanung) und mit dem Begleitkreis haben eine breite Palette von Ideen und Vorstellungen hierzu erkennbar werden lassen (vgl. Kapitel 2.3).

5.2.5 Abriss, Umwidmung und Zusammenlegung alter Wohneinheiten

Abriss

Eine weitere wichtige „Stellschraube“ für die Differenzierung der Szenarien ist der Abriss von Wohngebäuden. Die Diskussionen mit den Fachleuten aus dem Bereich Wohnungsprognosen ergaben, dass hierfür keine konkreten Prognosen vorliegen. Die Ursache dafür liegt darin, dass seit dem 2. Weltkrieg der Wohnraumzuwachs zentrales Thema in Deutschland war und die Frage eines nennenswerten physischen Rückbaus (= Abriss) von Wohnungen keine Relevanz hatte. Vor allem durch den massiven Leerstand in den Neuen Bundesländern und die damit zusammenhängende Dis-

kussion über die gezielte Wegnahme von regionalen Wohnraumüberangeboten („Stadtumbau Ost“) ist Abriss kein Tabuthema mehr.

Ausgehend von einer niedrigen aktuellen Rate kann von einem Anstieg des Abrisses von WE in den nächsten Jahren ausgegangen werden.[93] Ein wesentlicher Grund für diese Einschätzung ist das zunehmende durchschnittliche Alter der Wohnungsbestände in Deutschland. Der in diesem Zusammenhange steigende Sanierungsstau bringt zunehmend die Abrissoption auf die Tagesordnung. Weiterhin wichtig ist die in einigen Regionen (auch in den Alten Bundesländern) zu beobachtende Zunahme der Wohnungsleerstände und die damit zusammenhängende Diskussion, dass Teilsegmente der Wohnungsbestände von den Konsumenten immer weniger angenommen werden (z. B. Hochhäuser in Problemgebieten etc.).

Für das Referenzszenario wird ein stärkerer Anstieg des Wohnungsrückbaus im Vergleich zum Nachhaltigkeitsszenario unterstellt. Der Anstieg in den Neuen Bundesländern wird dabei aufgrund der Ausgangslage der dortigen Wohnungsmärkte steiler angenommen als im Falle der Alten Bundesländer. Das Ausmaß der aktuellen Wohnungsleerstände[94] in den Neuen Bundesländern und die zu erwartenden zunehmenden Probleme auf den dortigen Wohnungsmärkten (Stadtflucht, zurückgehende Haushalte in vielen Kommunen) veranlasste das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen zur Einrichtung einer eigenen Kommission, die sich mit Optionen und Lösungsmöglichkeiten – einschließlich der Förderung des Rückbaus – auseinander setzte (Pfeiffer 2000). Die Annahmen für das Referenzszenario orientieren sich an den in dieser Kommission diskutierten Zahlen zu überschüssigen WE. Bis 2005 wird für die Neuen Bundesländer ein Anstieg der jährlichen Abrissquoten um den Faktor 7,5 gegenüber dem Ausgangsjahr unterstellt. Ab 2005 wird eine jährliche konstante Abrissquote von 60.000 WE/a angenommen. Für das Nachhaltigkeitsszenario wird unterstellt, dass Erfolge einer forcierten umfassenden Bestandserhaltungspolitik[95], den Abriss eines Teils von Wohneinheiten im Vergleich zum Referenzszenario vermeiden werden. Dennoch wird für die Neuen Bundesländer aufgrund des beschriebenen dramatischen Überangebotes an WE auch im Nachhaltigkeitsszenario von einem Anstieg des Abrisses auf rund 20.000 WE/a ausgegangen.

Die aktuelle Leerstanddiskussion hat in den Alten Bundesländern zwar bei weitem nicht die Vehemenz wie in den Neuen Bundesländern. Dennoch wird aus den oben beschriebenen Gründen für das Referenzszenario von einer Verfünffachung der jährlichen Abrissquote bis 2005 in den Alten Bundesländern ausgegangen.[96] Im Nachhaltigkeitsszenario wird ein Teil dieser Abrissaktivitäten durch Maßnahmen

---

93 Jährlich aktualisierte Daten zum Abriss finden sich in der Fachserie 5 „Bautätigkeit und Wohnen“, Reihe 1 „Bautätigkeit“, des Statistischen Bundesamts Wiesbaden.

94 1 Mio. leerstehende WE in den Neuen Bundesländern (Pfeiffer 2000).

95 Vgl. hierzu beispielsweise (Schultz 2001).

96 Der Ausgangswert der Abrissquote in den Alten Bundesländern liegt allerdings auf einem recht niedrigen Niveau.

zum Bestandserhalt (höhere Sanierungsaktivitäten, verstärkte Bestandsförderungen) ersetzt. Die Abrissquote beträgt im Nachhaltigkeitsszenario für die Alten Bundesländer ab 2005 ebenfalls 20.000 WE/a.[97] Die Szenarioannahmen für die Alten und die Neuen Bundesländer sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.[98]

Tabelle 5.8 Szenarioannahmen: Entwicklung Abriss von WE in den ABL und NBL[99]

Zeitraum	**Referenzszenario** **Abriss WE ABL**	**Nachhaltigkeitsszenario** **Abriss WE ABL**
2001-2005	Linearer Anstieg der Abrissquote bis 2005 auf fünffachen Wert: 50.000 WE/a	Linearer Anstieg der Abrissquote bis 2005 auf doppelten Wert: 20.000 WE/a
2006-2025	Konstante Abrissquote: 50.000 WE/a	Konstante Abrissquote: 20.000 WE/a
Summe 2001-2025	1,15 Mio. WE	0,475 Mio. WE
Zeitraum	**Referenzszenario** **Abriss WE NBL**	**Nachhaltigkeitsszenario** **Abriss WE NBL**
2001-2005	Linearer Anstieg der Abrissquote bis 2005 auf 7,5-fachen Wert: 60.000 WE/a	Linearer Anstieg der Abrissquote bis 2005 auf 2,5-fachen Wert: 20.000 WE/a
2006-2025	Konstante Abrissquote: 60.000 WE/a	Konstante Abrissquote: 20.000 WE/a
Summe 2001-2025	1,35 Mio. WE	0,475 Mio. WE

Umwidmung

Belastbare statistische Daten zur Umwidmung von Wohneinheiten in andere Nutzungen (z.B. Büroräume) existieren nicht wie die Diskussionen mit den Experten des 1. Kreativworkshops zeigten. Erfahrungen aus dem Datenmaterial von Wohnungszählungen lassen jedoch schließen, dass ein nennenswerter Abgang an WE stattfindet, welcher nicht allein durch Abriss erklärt werden kann. Für die Szenarioannahmen wurden daher für die Umwidmung eigene Überlegungen angestellt. Es wurde für das Referenzszenario in den ABL unterstellt, dass die Umwidmungsquote zu Beginn des Szenariozeitraums deutlich größer ist als die entsprechende Abrissquote (vgl. Tabelle 5.8), da die vorliegenden Daten zum Abriss (vgl. Fußnote 93) deutlich weniger als die Hälfte des angenommenen Abgangs an Wohneinheiten

[97] Sowohl in den Alten als auch den Neuen Bundesländern werden nach dem Nachhaltigkeitsszenario ab 2005 jährlich 20.000 WE abgerissen. Da die beiden Wohnungsmärkte in den ABL und NBL unterschiedlich groß sind, drückt sich die unterschiedliche Ausgangslage und Entwicklungsperspektive der Wohnungsmärkte in einer relativen Betrachtung der Zahlen aus.

[98] Differenzierte Daten zum Abriss (nach Haustypen) finden sich im Anhang zu diesem Endbericht. (Kapitel 2.4).

[99] Die Szenarioannahmen sind Ergebnis der Abstimmung mit dem Begleitkreis unter Berücksichtigung von (Pfeiffer 2000) für die NBL.

resultierend aus Wohnungszählungen ausmachen. Diese Umwidmungsquote wurde für den Szenariozeitraum konstant gehalten, da keine Hinweise auf entsprechende Veränderungen vorliegen.

Für das Nachhaltigkeitsszenario wurden für die Umwidmung keine abweichenden Quoten unterstellt, da davon ausgegangen werden muss, dass die entsprechenden Einflussgrößen (Nachfrage attraktiver Räume für Dienstleistungen in guten Lagen) außerhalb des Bedürfnisfeldes Wohnen liegen.[100]. Für die Neuen Bundesländer wurde die Umwidmungsquote für beide Szenarien gleich 0 gesetzt, da aufgrund der besonders angespannten wirtschaftlichen Lage in den Neuen Bundesländern und eines Überangebotes an günstigen freien Gewerbeflächen ein entsprechender Nachfragedruck zur Umwidmung von WE kaum vorliegen dürfte.

Tabelle 5.9 Szenarioannahmen: Entwicklung Umwidmung von WE in den ABL und NBL[101]

Zeitraum	**Referenzszenario Umwidmung WE ABL**	**Nachhaltigkeitsszenario Umwidmung WE ABL**
2001-2025	Konstante Quote: 35.000 WE/a	Konstante Quote: 35.000 WE/a
Summe 2001-2025	0,875 Mio. WE	0,875 Mio. WE
Zeitraum	**Referenzszenario Umwidmung WE NBL**	**Nachhaltigkeitsszenario Umwidmung WE NBL**
Summe 2001-2025	0 WE	0 WE

Zusammenlegung

Die Zusammenlegung von WE ist eine wichtige Maßnahme zur Aufwertung von Wohnraum im Bestand (Öko-Institut 2000a, Schultz 2001), da die Wohnungsgröße und damit der Wohnungszuschnitt des vorhandenen Bestandes oftmals nicht den Bedürfnissen der heutigen Wohnungssuchenden entspricht. Daher wurden im Rahmen des Projektes auch Annahmen zur Zusammenlegung von WE (idealtypisch angesetzt wird die Zusammenlegung von zwei WE zu einer entsprechend größeren WE) getroffen. Aufgrund fehlender Informationen zu den Quantitäten wurden Szenarioannahmen aufbauend auf eigenen Überlegungen getroffen. Das Öko-Institut schätzt, dass die Anzahl der zusammengelegten Wohneinheiten im Ausgangsjahr sich in der

[100] Szenarioannahmen zur Leerstandsentwicklung können in BASiS-2 nicht explizit getroffen werden, da sie von vielen spezifischen Faktoren (regionale Wohnungsmärkte etc.) abhängig sind. Der rechnerische Saldo aus den Szenarioannahmen für Neubau, Abriss, Umwidmung und Zusammenlegung lässt im Falle der ABL tendenziell im Referenzszenario eher einen Anstieg der Leerstände erwarten im Vergleich zum Nachhaltigkeitsszenario (im Falle der NBL errechnen sich hier kaum Unterschiede). Im Nachhaltigkeitsszenario wird jedoch dem Phänomen Wohnungsleerstand sowohl in den ABL als auch den NBL durch die Szenarioannahme einer forcierten wärmetechnischen Sanierung (damit stärkere Aufwertung der Wohnungsbestände) entgegengewirkt.

[101] Die Szenarioannahmen sind eigene Annahmen des Öko-Instituts (vgl. Details im Anhangband, Kapitel 2.4)

gleichen Größenordnung wie die Anzahl der abgerissenen Wohneinheiten bewegt. Für die ABL wird daher angenommen, dass zu Beginn des Szenariozeitraums die Quote der Zusammenlegungen der Abrissquote entspricht[102]. Entsprechend der Philosophie des Referenzszenarios wird die Quote der Zusammenlegung über den Szenariozeitraum konstant gehalten.

Für die NBL wird im Referenzszenario keine Zusammenlegung angenommen, da dort bereits ein hohes Angebot an ungenutztem Wohnraum (hohe Leerstände z.T. sanierter WE unterschiedlichster Größe, Lage und Ausstattung) besteht und die Nachfrage an die Wohnungsbestände aufgrund der wirtschaftlich stark angespannten Verhältnisse und der demographischen Entwicklung in den Neuen Bundesländern entsprechend gering eingeschätzt wird (im Gegensatz dazu steht die anhaltende Abwanderung in den NBL in neue Ein- bis Zweifamilienhaussiedlungen in den suburbanen und ländlichen Räumen). Die Motivation für private Vermieter oder Wohnungsunternehmen in den NBL in Zusammenlegung von WE zu investieren ist aufgrund der unterstellten schwachen Nachfrage im Referenzszenario als äußerst gering einzuschätzen.

Für das Nachhaltigkeitsszenario wird für die ABL unterstellt, dass aufgrund der deutlich größeren Bedeutung der Wohnungsbestände (mit entsprechender Förderpolitik der öffentlichen Hand und der Wohnungswirtschaft) die Zusammenlegung von WE als wichtige Maßnahme zur nachfragegerechten Aufwertung des Bestandes über den Szenariozeitraum forciert wird. Dies gilt ebenso für die NBL. Es wird für das Nachhaltigkeitsszenario unterstellt, dass durch Zusammenlegung von WE und damit Schaffung von sehr attraktivem Wohnraum in den Siedlungskernen der Abwanderung der Bewohner aus den traditionellen Beständen ein Stück weit begegnet werden kann.

[102] Für die ABL darf ungeachtet fehlender statistischer Daten das Ausmaß der Zusammenlegung von WE nicht unterschätzt werden. Dem Öko-Institut ist aus Projekterfahrungen (Öko-Institut 2000a, Schultz 2001) bekannt, dass in den ABL neben der Sanierung der Wohnungsbestände die Zusammenlegung von WE ein wichtiges Instrument ist, um bestehenden Wohnraum an die vielfach veränderten Bedürfnisse der Wohnungssuchenden anzupassen. Mangels statistischer Daten hat das Öko-Institut für die ABL zu Beginn des Szenariozeitraums die gleiche Quote für Zusammenlegungen angenommen wie für den Abriss von WE.

Tabelle 5.10 Szenarioannahmen: Entwicklung Zusammenlegung von WE in den ABL und NBL[103]

Zeitraum	Referenzszenario Zusammenlegung WE ABL	Nachhaltigkeitsszenario Zusammenlegung WE ABL
2001-2025	Konstante Quote: 10.000 WE/a	
2001-2005		Linearer Anstieg der Quote bis 2005 auf doppelten Wert: 20.000 WE/a
2006-2025		Konstante Quote: 20.000 WE/a
Summe 2001-2025	0,25 Mio. WE	0,48 Mio. WE
Zeitraum	**Referenzszenario Zusammenlegung WE NBL**	**Nachhaltigkeitsszenario Zusammenlegung WE NBL**
2001-2025	0 WE	
2001-2005		Linearer Anstieg der Quote von 0 WE bis 2005 auf: 20.000 WE/a
2006-2025		Konstante Quote: 20.000 WE/a
Summe 2001-2025	0 WE	0,45 Mio. WE

5.2.6 Entwicklung der Passivhausbauweise im Neubau

Durch die Verabschiedung und Einführung der Energieeinsparverordnung in Deutschland im Jahr 2002 gelten für den Wohnungsneubau neue verbindliche energetische Standards.[104] Diese energetischen Standards sind in BASiS-2 für die „normalen“ Haustypen im Modell implementiert. Um weitergehende energetische Standards beim Neubau in den Szenarien zu differenzieren, werden die denkbaren Entwicklungen des Passivhausanteils bis zum Jahr 2025 aufgegriffen.

Die in der nachfolgenden Tabelle aufgezeigten Szenarioannahmen für das Referenz- und das Nachhaltigkeitsszenario differenzieren weder nach den Alten und Neuen Bundesländern noch nach den unterschiedlichen Haustypen des Neubaus. Der Passivhausstandard kann in allen Haustypen und unabhängig von der Region realisiert werden. Da die Planung und Errichtung von Passivhäusern in den letzten Jahren einen deutlichen Aufschwung erhalten hat (Feist 2000), wurde auf dem zweiten Begleitkreistreffen mit den Akteuren vereinbart, auch im Referenzszenario von einem moderaten Anstieg des Anteils der Passivhäuser bis zum Jahr 2025 auszugehen. Der Anstieg des Passivhausanteils im Referenzszenario erfolgt in drei Abschnitten mit jeweils moderatem (jedoch langfristig steigenden) linearen Anstieg des

[103] Die Szenarioannahmen sind eigene Annahmen des Öko-Instituts (vgl. Anhangband, Kapitel 2.4).

[104] Die neuen Standards entsprechen ungefähr dem Niveau des im Vorgängerprojekt (Öko-Institut 1999) im BASiS-1-Modell implementierten energetischen Standards des Niedrigenergiehauses. Nähere Ausführungen hierzu vgl. Anhang, Kapitel 3.

Anteils. Es wird auch in ferner Zukunft (2025) lediglich ein Passivhausanteil von 5 % des Neubauvolumens erreicht.

Im Nachhaltigkeitsszenario dagegen wird bis 2006 ein exponentielles Wachstum des Passivhausanteils am jährlichen Neubauvolumen auf 3 % unterstellt. Durch anhaltende forcierte Förderung auf Bund-Länder-Ebene und wachsende Akzeptanz der innovativen Bauweise bei den Bauherren bei tendenziell weiter steigenden Kosten für fossile Brennstoffe erreicht die Passivhausbauweise bis ca. 2013 mit 10 % Anteil den Massenmarkt. Die hierdurch erzielten Kosteneinsparungen auf der Anbieterseite von Passivhäusern sowie die sich ständig erweiternde Zahl von bewohnten Passivhäusern sorgen für eine weitere Verbreitung der Kenntnis und Akzeptanz dieser Innovation bei Bauherren bzw. potentiellen Bauherren. Hierdurch wird eine stetig steigende Etablierung der Passivhausbauweise im Massenmarkt erzielt. Im Nachhaltigkeitsszenario wird bis zum Jahr 2025 ein Anteil von 35 % am entsprechenden Neubauvolumen unterstellt.

Tabelle 5.11 Szenarioannahmen: Entwicklung des Passivhausanteils am Neubau[105]

Zeitraum	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
2001-2010	Linearer Anstieg des Anteils der Passivhäuser (von 0,1 % Jahr 2001) auf 1 % der Neubauhäuser bis 2010	
2011-2015	Beschleunigter linearer Anstieg des Anteils der Passivhäuser auf 2 % bis 2015	
2016-2025	Weiterer beschleunigter linearer Anstieg des Anteils der Passivhäuser auf 5 % bis 2025	
2001-2006		Exponentieller Anstieg des Anteils der Passivhäuser (von 0,1 % im Jahr 2001) auf 3 % der Neubauhäuser bis 2006
2007-2013		Linearer Anstieg des Anteils der Passivhäuser auf 10 % der Neubauhäuser bis 2010
2014-2025		Beschleunigter linearer Anstieg des Anteils der Passivhäuser auf 35 % der Neubauhäuser bis 2025

[105] Die jeweiligen Anteile an Passivhäusern im Jahr 2025 entsprechen der Diskussion im Begleitkreis. Die Entwicklungsraten im Szenariozeitraum sind eigene Annahmen des Öko-Instituts. Für das Ausgangsjahr 2000 wird 0 % Neubau an Passivhäusern unterstellt, da diese Bauweise vergleichsweise neu ist. Dies stellt aufgrund einzelner realisierter Objekte eine Vereinfachung dar, ist aber aufgrund der sehr geringen Anteile (< 0,1 %) von Passivhäusern im Jahr 2000 am Marktvolumen gerechtfertigt.

5.2.7 Entwicklung der Beheizungsstruktur

In BASiS-1 wurde die Heizsystemverteilung im Referenzszenario nach der Studie von Prognos (1996) modelliert. Die aktuellere Studie von Prognos/EWI (1999) führt – ähnlich wie die jüngeren „Politikszenarien für den Klimaschutz“ des UBA – zu einem generell etwas höheren Erdgasanteil bis 2020 als nach BASiS-1, wobei die Gründe im wesentlichen in den leicht höheren Ölpreisen zu sehen sind.

Dieser verstärkte Trend zu Erdgas zeigt sich auch in der Statistik des Zugangs von Heizsystemen im Neubau von 1995-1999, wie sie das Statistische Bundesamt ausweist und ist sowohl in den Alten wie auch den Neuen Bundesländern wirksam.

Daher wurde in Anlehnung an diese Arbeiten die Tendenz von BASiS-1 bis 2000 fortgeschrieben[106] und danach für das Referenzszenario auf die neueren Datentrends abgestellt, wobei die Entwicklung von 2015-2020 aus den o.g. Studien bis 2025 linear fortgeschrieben wurde.

In den nachfolgenden Tabellen sind Szenarioannahmen zur Entwicklung der Beheizungsstruktur des Wohnungsbestandes des Jahres 2000 sowie des Neubaus in den Alten und Neuen Bundesländern aufgeführt. Differenziert wird jeweils nach den Beheizungsstrukturen von Ein- bis Zweifamilienhäusern (in den Tabellen EFH abgekürzt) und Mehrfamilienhäusern (MFH). Es sind jeweils die Beheizungsstrukturen für das Ausgangsjahr 2000 und das Ende des Szenariozeitraums im Jahr 2025 aufgeführt. Es wird für die Szenarien stets von linearen Veränderungen während des Szenariozeitraums ausgegangen.

Kennzeichnend für das Referenzszenario sind sowohl in den Alten als auch den Neuen Bundesländern weitergehende Marktgewinne von Zentralheizungen, die mit Erdgas betrieben werden. Entsprechend verlieren besonders Öl-Zentralheizungen (vor allem aufgrund der anhaltenden Ölpreisdiskussion), aber auch – nach heutigen Standards für Heiztechnik – veraltete Techniken wie Einzelöfen (Kohle, Öl oder Gas) oder Kohle-Zentralheizungen im Wohnungsbestand Jahr für Jahr an Bedeutung. Entsprechend der Philosophie des Referenzszenarios werden die zu beobachtenden Entwicklungen der letzten Jahre in die weitere Zukunft fortgeschrieben. Daher erzielen ökologisch besonders vorteilhafte Heizsysteme wie Fernwärme (u. a. auf Basis von Biomasse) sowie Holzheizungen (Einsatz von Holzpellets oder Holzhackschnitzeln) aus Kostengründen keine nennenswerten Zuwächse.

[106] Das Ausgangsjahr in BASiS-1 war 1995 (Öko-Institut 1999).

Tabelle 5.12 Beheizungsstrukturen in den Alten Bundesländern im Referenzszenario

ABL	EFH		MFH			EFH		MFH	
Bestand	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**	**Neubau**	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**
Fernwärme	1,0 %	2,0 %	13,0 %	13,0 %		2,5 %	2,5 %	10,0 %	10,0 %
Öl Zentral	45,0 %	36,0 %	32,0 %	32,0 %		42,5 %	40,0 %	40,0 %	35,0 %
Gas Zentral	34,0 %	50,0 %	39,0 %	50,0 %		50,0 %	52,5 %	50,0 %	55,0 %
Kohle Zentral	1,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Öl Einzel	1,5 %	0,0 %	3,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Gas Einzel	2,0 %	0,0 %	3,0 %	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 %	5,0 %		2,5 %	2,5 %	0,0 %	0,0 %
Elektrische Wärmepumpe	2,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %		2,5 %	2,5 %	0,0 %	0,0 %
Holz-Heizung	1,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Quelle: BASiS-1 (Öko-Institut 1999), aktualisiert nach (Prognos/EWI 1999)

Tabelle 5.13 Beheizungsstrukturen in den Neuen Bundesländern im Referenzszenario

NBL	EFH		MFH			EFH		MFH	
Bestand	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**	**Neubau**	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**
Fernwärme	10,0 %	10,0 %	35,0 %	30,0 %		7,0 %	8,0 %	20,0 %	20,0 %
Öl Zentral	20,0 %	28,0 %	8,0 %	15,0 %		35,0 %	30,0 %	30,0 %	25,0 %
Gas Zentral	36,0 %	55,0 %	25,0 %	50,0 %		56,0 %	58,0 %	50,0 %	55,0 %
Kohle Zentral	8,0 %	0,0 %	5,0 %	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	0,0 %	0,0 %	7,0 %	5,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Kohle Einzel	20,0 %	0,0 %	20,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Strom	4,0 %	4,0 %	0,0 %	0,0 %		2,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %
Elektrische Wärmepumpe	0,0 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %		0,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %
Holz-Heizung	2,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Quelle: BASiS-1 (Öko-Institut 1999), aktualisiert nach (Prognos/EWI 1999)

Das Nachhaltigkeitsszenario zeichnet sich durch einen stark forcierten Einsatz von Holzheizungen (Holzpellets, Holzhackschnitzel) sowie einen Ausbau des Fern- bzw. Nahwärmeanteils (hier mit besonderem Schwerpunkt auf Biomasse als regenerativem Energieträger) an der Heizwärmeversorgung aus. Der in der aktuellen Entwicklung zu beobachtende Trend zum Anstieg des Anteils von Gas-Zentralheizungen (vor allem auf Kosten der Energieträger Öl und in den Neuen Bundesländern auch Kohle), der im Referenzszenario fortgeschrieben wird, fällt daher im Falle des Nachhaltigkeitsszenarios moderater aus.

Tabelle 5.14 Beheizungsstrukturen in den Alten Bundesländern im Nachhaltigkeitsszenario

ABL	EFH		MFH			EFH		MFH	
Bestand	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**	**Neubau**	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**
Fernwärme	1,0 %	20,0 %	13,0 %	30,0 %		2,5 %	20,0 %	10,0 %	35,0 %
Öl Zentral	45,0 %	25,0 %	32,0 %	20,0 %		42,5 %	25,0 %	40,0 %	20,0 %
Gas Zentral	34,0 %	45,0 %	39,0 %	40,0 %		50,0 %	40,0 %	50,0 %	30,0 %
Kohle Zentral	1,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Öl Einzel	1,5 %	0,0 %	3,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Gas Einzel	2,0 %	0,0 %	3,0 %	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 %		2,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Elektrische Wärmepumpe	2,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %		2,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Holz-Heizung	1,0 %	10,0 %	0,0 %	10,0 %		0,0 %	15,0 %	0,0 %	15,0 %

Quelle: BASiS-1 (Öko-Institut 1999), aktualisiert nach (Prognos/EWI 1999)

Tabelle 5.15 Beheizungsstrukturen in den Neuen Bundesländern im Nachhaltigkeitsszenario

NBL	EFH		MFH			EFH		MFH	
Bestand	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**	**Neubau**	**2000**	**2025**	**2000**	**2025**
Fernwärme	10,0 %	20,0 %	35,0 %	35,0 %		7,0 %	20,0 %	20,0 %	35,0 %
Öl Zentral	20,0 %	25,0 %	8,0 %	15,0 %		35,0 %	25,0 %	30,0 %	20,0 %
Gas Zentral	36,0 %	45,0 %	25,0 %	35,0 %		56,0 %	40,0 %	50,0 %	30,0 %
Kohle Zentral	8,0 %	0,0 %	5,0 %	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	0,0 %	0,0 %	7,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Kohle Einzel	20,0 %	0,0 %	20,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Strom	4,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %		2,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Elektrische Wärmepumpe	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %		0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Holz-Heizung	2,0 %	10,0 %	0,0 %	15,0 %		0,0 %	15,0 %	0,0 %	15,0 %

Quelle: BASiS-1 (Öko-Institut 1999), aktualisiert nach (Prognos/EWI 1999)

Durch die im Nachhaltigkeitsszenario unterstellte starke Marktdurchdringung von modernen Holzheizungen (insb. mit Holzpellets) sowie der Nah- und Fernwärme werden die Marktanteile der Stromheizungen sowie der elektrischen Wärmepumpen über den Szenariozeitraum immer weiter reduziert. Der für das Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Referenzszenario unterstellte stark unterschiedliche Trend setzt voraus, dass die bereits heute festzustellende lebhafte Debatte über die Erhöhung der Preise fossiler Energieträger eine noch höhere Bedeutung gewinnt und flankierend fiskalische (Besteuerung fossiler Energieträger) und fördertechnische Rahmenbedingungen (für Holzheizungen sowie Fern- bzw. Nahwärme) den Einsatz regenerativer Energieträger unterstützen.

Im Vergleich von ABL und NBL wird für die Neubauten angenommen, dass bis 2025 gleiche Verhältnisse erreicht werden, da bis dahin die Infrastrukturvoraussetzungen (insb. Gas- und Fernwärmenetze) angeglichen sein werden. Die Startbedingungen im Jahr 2000 sind jedoch unterschiedlich – hier ist in den NBL sowohl bei EFH wie auch bei MFH der Fernwärmeanteil höher, da insgesamt das Angebot an (durch Anlagenertüchtigungen und -neubau auch konkurrenzfähiger) Fernwärme höher ist als in den ABL, wo Fernwärme praktisch nur in den Kernen der Großstädte verfügbar ist. Bei der Elektroheizung und elektrischen Wärmepumpen fehlt es in den NBL zudem an den in den Alten Bundesländern aufgebauten gezielten Angeboten durch Handwerker und Stromversorger, so dass hier geringere Anteile im Vergleich zu den Neubauten in den ABL auftreten.

5.2.8 Wärmetechnische Sanierung des Gebäudebestandes

Wesentlich für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen ist die wärmetechnische Sanierung des Gebäudebestandes. Die Einsparpotentiale, die im Gebäudebestand durch Wärmedämmung, Austausch von Fenstern etc. bezogen auf Heizenergie und damit verbundene Treibhausgasemissionen bestehen, werden als sehr hoch eingeschätzt (Öko-Institut 1999, Öko-Institut 2000a, Schultz 2001). Für die Szenarioannahmen „Nachdämmung im Bestand“ wurden die gleichen Nachdämmraten wie im Vorgängerprojekt (Öko-Institut 1999) angesetzt. Basierend auf Pionierarbeiten des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU 1996) wird im Referenzszenario unter der Annahme eines mittleren Energiepreises von rund 3 Euro-Cent/kWh im Szenariozeitraum eine jährliche Nachdämmrate von 1 %/a des Wohnungsbestandes 2000 angenommen. Die entsprechenden Einzelmaßnahmen (Steildachdämmung, Außendämmung etc.) sind in ihrer Ausprägung an einer Wirtschaftlichkeit unter dem genannten Energiepreis orientiert.[107]

Für das Nachhaltigkeitsszenario wird nach (IWU 1996) von einem mittleren Energiepreis von rund 6,5 Euro-Cent im Szenariozeitraum ausgegangen. Unterstellt wird eine Nachdämmrate von 2,5 %/a des Wohnungsbestandes 2000[108] mit einer technischen Ausprägung (höhere Dämmstoffstärken im Vergleich zum Referenzszenario etc.), welche sich an diesem erheblich höheren Energiepreisniveau orientiert.

Die unterstellten Szenarioannahmen für das Nachhaltigkeitsszenario sind als sehr ambitioniert einzuschätzen. Eine Nachdämmrate von jährlich 2,5 % bedeutet, dass rund 800.000 WE jährlich umfassend wärmetechnisch saniert werden. Diese Zahl ist größer als die Zahl der Neubaueinheiten in den Spitzenjahren des Wohnungsbaus. Angesichts der damit verbundenen enormen materiellen und personellen Ressourcen ist diese Rate als realistische Obergrenze einzuschätzen. In diesem Zusammenhang muss betont werden, dass die Realisierung dieser Szenarioannahme in der Praxis

[107] Vgl. Details hierzu in (Öko-Institut 1999): Anhangband, Kapitel 3.3: Nachdämmung im Bestand.

[108] Eine Nachdämmrate von 2,5 %/a bedeutet, dass bis zum Jahr 2025 62,5 % des Wohnungsbestandes umfassend wärmetechnisch saniert sind.

einen erheblichen wirtschaftlichen Impuls für die Bauwirtschaft und hier vor allem für das involvierte Handwerk und den Baustofffachhandel (Dämmstoffe etc.) bedeuten würde, mit entsprechenden positiven Effekten bei den Arbeitsplätzen.

Tabelle 5.16 Szenarioannahmen: jährliche Nachdämmraten bezogen auf den Wohnungsbestand 2000[109]

Zeitraum	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
2001-2025	1 %/a des Bestandes 2000	2,5 %/a des Bestandes 2000
Summe 2001-2025	25 % des Bestandes 2000	62,5 % des Bestandes 2000

5.2.9 Einsatz von Betonrezyklat im Hochbau

Durch den Einsatz von Betonrezyklat als Zuschlagstoff für Beton können mineralische Rohstoffe geschont werden. Mineralische Rohstoffe sind zwar in Deutschland im geologischen Sinne in enormen Mengen vorhanden; in der Praxis ist jedoch der Abbau von Kies, Sand, Ton, Gips, Kalkstein etc. oft mit erheblichen Nutzungskonflikten (Landwirtschaft, Naturschutz etc.) verbunden (HHU 1996, Tröger 1997), so dass in nicht wenigen Regionen eine ausreichende eigene Versorgung mit mineralischen Massenrohstoffen nicht bzw. nicht mehr gegeben ist. In den letzten Jahren sind im Rahmen des BMBF-Forschungsschwerpunktes „Baustoffrecycling im Massivbau –B.i.M." eine Reihe von größeren Bauvorhaben in Deutschland realisiert worden, die sich u. a. durch den Einsatz von Betonrezyklat im Hochbau auszeichneten (Feuck 1998). Die technische Machbarkeit von Betonrezyklat als Zuschlagstoff für Beton in Hochbauanwendungen ist in der Praxis bewiesen worden. Trotz dieser positiven Beispiele ist festzustellen, dass für einen breiten Einsatz bis hin zum Masseneinsatz bei vielen involvierten Akteuren (Betonhersteller, Bauherren etc.) noch eingefahrene Vorbehalte (Qualitäts- und Sicherheitsaspekte) überwunden werden müssen, obgleich der Einsatz von Betonrezyklat längst ordnungsgemäß geregelt ist[110]. Zudem fehlen vielerorts noch die logistischen Voraussetzungen (Standortnähe zwischen Bauschuttaufbereitungs- und Betonmischanlagen)[111] für einen breiten Einsatz von Betonrezyklat für Hochbauanwendungen.

Für die Szenarioannahmen wird der Einsatz von Betonrezyklat aufgrund seines besonderen Potentials für die Ressourcenschonung differenziert. Es wird hierbei nur

[109] Szenarioannahmen übernommen aus (Öko-Institut 1999), basierend auf (IWU 1996).

[110] Der Einsatz von Betonrezyklat als Zuschlagstoff für die Betonherstellung ist durch die Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag, Teil 1 Betontechnik, Teil 2: Betonzuschlag aus Betonsplitt und Betonbrechsand (Ausgabe: August 1998) des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) und die DIN 4226-100 (Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen) geregelt.

[111] Diese logistische Voraussetzung ist erstmals vorbildlich in Büttelborn bei Darmstadt realisiert worden.

der potentielle Einsatz in Hochbauanwendungen betrachtet.[112] Für das Referenzszenario wird ein moderater Anstieg des Einsatzes von Betonrezyklat für Beton (Hochbau) angenommen, d. h. es wird unterstellt, dass die bestehenden weit verbreiteten Vorbehalte und logistischen Defizite nur sehr langsam etwas überwunden werden. Der Einsatz von Betonsplitt und Betonsand aus Recyclingmaterial an den gesamten Zuschlagstoffen steigt demnach linear (von 0 % im Ausgangsjahr) bis auf 5 Vol. % im Jahr 2025 an.

Für das Nachhaltigkeitsszenario wird hingegen unterstellt, dass die Spielräume der bestehenden Regelungen mittel- bis langfristig voll ausgeschöpft werden und der Zuschlag von Betonrezyklat für die Betonherstellung konventionelle Praxis wird. Der Anteil von Betonsplitt und Betonsand aus Recyclingmaterial an den gesamten Zuschlagstoffen steigt entsprechend linear bis auf 35 Vol. % für Betonklassen bis B25[113] an. Es wird vorausgesetzt, dass die Praxis weniger heutiger Pioniere sich flächendeckend durchsetzt und somit zum guten Standard in diesem Bereich der Bauwirtschaft wird. Entsprechend wird angenommen, dass die Vorbehalte von Bauherren und Betonindustrie durch entsprechende Kommunikationsoffensiven von Verbänden und öffentlicher Hand sowie durch Maßnahmen zur Verbesserung der Aufbereitungslogistik (siehe oben) abgebaut werden.

Tabelle 5.17 Szenarioannahmen: Einsatz von Betonrezyklat in Hochbauanwendungen[114]

Zeitraum	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
2001-2025	Linearer Anstieg von Betonsplitt und Betonsand an den gesamten Zuschlagstoffen auf 5 Vol. % bis 2025 für Beton bis Klasse B25	Linearer Anstieg von Betonsplitt und Betonsand an den gesamten Zuschlagstoffen auf 35 Vol. % bis 2025 für Beton bis Klasse B25

5.2.10 Holzbauanteil beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern

Die Verwendung des nachwachsenden Rohstoffes Holz für konstruktive Zwecke (Außenwände, Innenwände etc.) leistet einen wichtigen Beitrag zur Schonung der

[112] Mineralische Rezyklate wie Betonbruch werden in der Praxis in starkem Maße auch im Tiefbau eingesetzt. Hierfür werden im Rahmen dieses Projektes keine Szenarioannahmen gemacht, da Informationen über den spezifischen Einsatz von Rezyklaten in Wohngebieten (Systemgrenzen in BASiS-2) nicht vorliegen. Damit wird bei den Szenarioergebnissen für den Bereich der Infrastruktur die Ressourceninanspruchnahme erhalten, die sich bei reinem Primärmaterialeinsatz errechnet. Bei den Szenarioergebnissen erfolgt hierzu eine kurze Sensitivitätsbetrachtung.

[113] Der Baustoff Beton wird differenziert nach Festigkeitsklassen, die vor allem durch den Zementanteil determiniert werden. Je höher dieser Anteil ist, desto höher ist die Festigkeitsklasse. Diese Festigkeitsklassen werden in der Baupraxis und den technischen Regelwerken mit Abkürzungen wie B25 ausgewiesen. In der Datenbank von BASiS-2 sind die Festigkeitsklassen B5, B10, B15, B20 und B25 implementiert. Je größer die Zahl im Abkürzungscode ist, desto höher ist die Festigkeitsklasse.

[114] Die Szenarioannahmen gehen auf Diskussionen im Begleitkreis zurück, unter Berücksichtigung der vorhandenen Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (vgl. oben).

natürlichen Ressourcen. Im Referenzszenario wird das gegenwärtige und über die letzten Jahre weitgehend konstante Niveau des Holzbauanteils bei der Errichtung von neuen Ein- bis Zweifamilienhäusern fortgeschrieben.[115] Für den Nachhaltigkeitsszenario wird ein linearer Anstieg des jährlichen Anteils bis auf 50 % Holzbauanteil im Jahr 2025 unterstellt.[116] Entsprechend der Philosophie des Nachhaltigkeitsszenarios wird angenommen, dass der gesellschaftliche Bewusstseinswandel und damit zusammenhängend eine entsprechende Förderpolitik des Bundes und der Bundesländer deutliche Veränderungen hin zu nachwachsenden Rohstoffen wie Holz als direkte Folge der intensivierten Nachhaltigkeitsdebatte auslösen wird. Holzhäuser haben bereits heute einen hohen und anerkannten Qualitätsstandard. Erfahrene Anbieter stehen in Deutschland ebenso zur Verfügung wie auch ausreichende heimische Ressourcen des nachwachsenden Rohstoffes Holz,[117] so dass von dieser Seite keine Hemmnisse für einen deutlich forcierten zukünftigen Marktanteil erkennbar sind.

Tabelle 5.18 Szenarioannahmen: Holzbauanteil beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern[118]

Zeitraum	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
2001-2025	Konstanter Anteil von 5 %/a	Anstieg des Holzbauanteils bis 2025 auf 50 %/a

5.2.11 Kellerloses Bauen beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern

Das Thema „Kellerloses Bauen“ wird seit einigen Jahren in Deutschland unter ökologischen (Einsparung von mineralischen Rohstoffen), aber vor allem auch ökonomischen Gesichtspunkten (Einsparung von Baukosten) insbesondere im Bereich der Ein- bis Zweifamilienhäuser in Deutschland diskutiert. Für das Referenzszenario wird vereinfachend unterstellt, dass kellerloses Bauen weiterhin keine Rolle spielt, daher werden im Referenzszenario die Werte konstant auf 0 % Anteil gehalten.[119] Im Nachhaltigkeitsszenario wird der Anteil kellerloser Ein- bis Zweifamilienhäuser bis zum Jahr 2025 auf 50 % der neu gebauten Ein- bis Zweifamilienhäuser (ausgehend

[115] Es gibt zwar bereits heute Beispiele für Mehrfamilienhäuser in Holzbauweise. Dennoch ist ihre Zahl vergleichsweise gering und mit erheblich größeren Anstrengungen (Erfüllung Brandschutznormen etc.) zu steigern als im Falle der Ein- bis Zweifamilienhäuser. Vereinfachend wird der Anteil der Mehrfamilienhäuser in den Szenarioannahmen konstant über die Zeit = 0 gesetzt (Öko-Institut 1999).

[116] Für den Holzbauanteil bei der Errichtung von neuen Ein- bis Zweifamilienhäusern wurden die Szenarioannahmen des Vorgängerprojektes übernommen (Öko-Institut 1999).

[117] Vgl. hierzu die Szenarioergebnisse in (Öko-Institut 1999).

[118] (Öko-Institut 1999) sowie Abstimmung im Begleitkreis.

[119] Diese Annahme stellt eine bewusste Vereinfachung dar, da bundesweite Zahlen über den Kelleranteil beim Neubau nicht vorliegen. In Küstenländern wie Schleswig-Holstein wird z. T. aufgrund der gegebenen Umstände (Grundwasserspiegel) kellerlos gebaut. Bundesweit gesehen besteht jedoch kein Zweifel, dass das Bauen mit Keller die mit Abstand dominierende Variante des Hausbaus ist.

von 0 % im Ausgangsjahr) linear angehoben.[120] Für das Nachhaltigkeitsszenario wird unterstellt, dass viele Bauherren von Ein- bis Zweifamilienhäusern zunehmend ökologische (Ressourcenschonung) und ökonomische Gesichtspunkte gemeinsam betrachten und daher Einsparungen durch den Verzicht auf eigene Keller in ökologische Innovationen (Holzhäuser, Holzheizungen etc.) investieren.

Tabelle 5.19 Szenarioannahmen: Anteil kellerloser Ein- bis Zweifamilienhäuser am Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern[121]

Zeitraum	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
2001-2025	Konstanter Anteil von 0 %	Anstieg des Anteils kellerloser Ein- bis Zweifamilienhäuser im Neubau bis 2025 auf 50 %/a

5.3 Überblick über die Szenarioannahmen

Die folgenden beiden Tabellen geben einen Überblick über die Szenarioannahmen des Referenz- und Nachhaltigkeitsszenarios. In Tabelle 5.20 sind die Szenarioannahmen aufgeführt, welche die Bautätigkeit und die Verdichtung des Neubaus (Neubau- und Abrisszahlen, Anteil Innenentwicklung etc.) betreffen. Tabelle 5.21 fasst die Szenarioannahmen zusammen, welche energie- und bautechnische Details (Anteil Passivhäuser am Neubau, Anteil Holzbauweise etc.) umfassen. Weitergehende Ausführungen und Details zu den Szenarioannahmen sind in Kapitel 5.2 sowie im Anhangband (Kapitel 2) zu diesem Endbericht aufgeführt.

[120] Die Szenarioannahmen zum kellerlosen Bauen wurden aus dem Vorgängerprojekt (Öko-Institut 1999) übernommen.

[121] (Öko-Institut 1999).

Tabelle 5.20 Überblick Szenarioannahmen (Teil 1)

„Stellschraube“	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
Umfang des Neubaus von WE ABL	Summe Neubau 2001-2025: 7,4 Mio. WE	Summe Neubau 2001-2025: 6 Mio. WE
Umfang des Neubaus von WE NBL	Summe Neubau 2001-2025: 1,45 Mio. WE	Summe Neubau 2001-2025: 0,85 Mio. WE
Verteilung des Neubaus auf Raumtypen ABL	Kernstädte: 21,0 % Erw. suburbaner Raum: 56,0 % Ländlicher Raum: 23,0 %	Ab 2005: Kernstädte: 35,0 % Erw. suburbaner Raum: 43,0 % Ländlicher Raum: 22,0 %
Verteilung des Neubaus auf Raumtypen NBL	Kernstädte: 18,0 % Erw. suburbaner Raum: 46,0 % Ländlicher Raum: 36,0 %	Ab 2005: Kernstädte: 40,0 % Erw. suburbaner Raum: 30,0 % Ländlicher Raum: 30,0 %
Anteil an Mehrfamilienhäusern beim Neubau ABL	Anteil der Mehrfamilienhäuser unverändert bei rund 47 % bis 2025	Anteil der Mehrfamilienhäuser steigt bis 2005 auf 55 %, danach Anstieg auf 70 % Neubauanteil bis 2025
Anteil an Mehrfamilienhäusern beim Neubau NBL	Anteil der Mehrfamilienhäuser unverändert bei rund 20 % bis 2025	Anteil der Mehrfamilienhäuser steigt bis 2005 auf 30 %, danach Anstieg auf 50 % Neubauanteil bis 2025
Anteil Innenentwicklung zu Außenentwicklung im Neubau	Kein Anstieg des aktuellen Anteils der Innenentwicklung von 30 % (in Kern städten 40 %) des Neubaus; Anteil Brachflächen und Nachverdichtung: Kernstädte: 15% Brachflächen und 25% Nachverdichtung, suburbaner Raum: 5% Brachflächen und 25% Nachverdichtung, ländlicher Raum: 0% Brachflächen und 30% Nachverdichtung	Anstieg des Anteils der Innenentwicklung auf 75 % bis 2010, anschließend konstant; Anteil Brachflächen und Nachverdichtung ab 2010: Kernstädte: 50% Brachflächen und 25% Nachverdichtung, suburbaner Raum: 45% Brachflächen und 30% Nachverdicht-ung, ländlicher Raum: 15% Brachflächen und 60% Nachverdichtung, zwischen 2000 und 2010 linearer Anstieg der Anteile ausgehend von Verteilung im Ausgangsjahr = Verteilung im Referenzszenario
Abriss alter WE ABL	Summe Abriss 2001-2025: 1,15 Mio. WE	Summe Abriss 2001-2025: 0,475 Mio. WE
Abriss alter WE NBL	Summe Abriss 2001-2025: 1,35 Mio. WE	Summe Abriss 2001-2025: 0,475 Mio. WE
Umwidmung alter WE ABL	Summe Umwidmung 2001-2025: 0,875 Mio. WE	Summe Umwidmung 2001-2025: 0,875 Mio. WE
Umwidmung alter WE NBL	Summe Umwidmung 2001-2025: 0 WE	Summe Umwidmung 2001-2025: 0 WE
Zusammenlegung alter WE ABL	Summe Zusammenlegung 2001-2025: 0,25 Mio. WE	Summe Zusammenlegung 2001-2025: 0,48 Mio. WE
Zusammenlegung alter WE NBL	Summe Zusammenlegung 2001-2025: 0 WE	Summe Zusammenlegung 2001-2025: 0,45 Mio. WE

Tabelle 5.21 Überblick Szenarioannahmen (Teil 2)

„Stellschraube“	Referenzszenario	Nachhaltigkeitsszenario
Anteil an Passivhäusern beim Neubau	bis 2025: Anstieg auf 5 % Passivhäuser/a	bis 2025: Anstieg auf 35 % Passivhäuser/a
Entwicklung der Beheizungsstrukturen im Bestand ABL	Anstieg Anteil Gas-Zentral auf 50 % im Jahr 2025 von 34 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. 39 % (Mehrfamilienhäuser), Anstieg Anteil Fernwärme auf 2 % (2025) von 1 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. konstant 13 % (Mehrfamilienhäuser), Rückgang Anteil Öl-Zentral auf 36 % (2025) von 45 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. konstant 32 % (Mehrfamilienhäuser)	2025: Gas-Zentral: 45 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. 40 % (Mehrfamilienhäuser), Fern-/Nahwärme: 20 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. 30 % (Mehrfamilienhäuser), Holzheizung 10 %, Öl-Zentral stark abnehmend, andere gegen Null
Entwicklung der Beheizungsstrukturen im Bestand NBL	Anstieg Anteil Gas-Zentral bis 2025 auf 55 % von 36 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. auf 50 % von 25 % (Mehrfamilienhäuser), Anteil Fernwärme konstant bei 10 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. Rückgang bis 2025 auf 30 % von 35 % (Mehrfamilienhäuser), Anstieg Anteil Öl-Zentral bis 2025 auf 28 % von 20 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. auf 15 % von 8 % (Mehrfamilienhäuser), Aktueller Anteil Kohle (Einzelöfen 20 %) geht bis 2025 auf Null, Stromheizungen stagnierend, sehr geringe Bedeutung von Holzheizung	2025: Gas-Zentral: 45 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. 35 % (Mehrfamilienhäuser), Fern-/Nahwärme: 20 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. 35 % (Mehrfamilienhäuser), Holzheizung 10- 15 %, Öl-Zentral zunehmend, andere gegen Null
Entwicklung der Beheizungsstrukturen im Neubau ABL und NBL	2025: Weitgehende Dominanz (rund 80 %) von Gas-Zentral und Öl-Zentral, Bedeutung Holzheizung gering, moderate Bedeutung von Fern-/Nahwärme bei Mehrfamilienhäusern (10 % ABL, 20 % NBL)	Anstieg der Holzheizung bis 2025 auf 15 % der Raumwärmeabdeckung, Anstieg der Fern-/Nahwärme auf 20 % (Ein- bis Zweifamilienhäuser) bzw. 35 % (Mehrfamilienhäuser)
Nachdämmungsrate im Bestand	Nachdämmrate 1 %/a des Bestandes 2000	Nachdämmrate 2,5 %/a des Bestandes 2000
Betonrecycling (Hochbauanwendungen)	Geringer Anstieg auf 5 Vol. % Betonsplitt/-sand an den gesamten Zuschlagstoffen für Beton bis 2025	Bis 2025: 35 Vol % Betonsplitt//Betonsand (> 2 mm) für Beton bis B25
Anteil Holzbauweise beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern	Konstanter Anteil rund 5 % pro a, (derzeitiges Niveau)	Anstieg des Anteils bis 2025 auf 50 % pro a
Kellerloses Bauen beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern	Konstant	Anstieg des Anteils kellerloser Ein- bis Zweifamilienhäuser bis 2025 auf 50 %/a

6 Ergebnisse der Szenarioberechnungen

In den folgenden Abschnitten sind die Ergebnisse der Szenarioberechnungen mit dem im Forschungsprojekt weiterentwickelten Stoffstrommodell BASiS-2 für das Referenzszenario und das Nachhaltigkeitsszenario aufgeführt. Die Ergebnisse wurden für die graphischen Darstellungen direkt aus BASiS-2 in Microsoft Excel übertragen. Die Vielfalt der Ergebnisabfragen, die mit BASiS-2 möglich sind, wird anhand der zahlreichen unterschiedlichen Darstellungen deutlich. Dennoch musste für die Dokumentation in diesem Endbericht aus Kapazitätsgründen eine Auswahl getroffen werden. Es soll an dieser Stelle jedoch hervorgehoben werden, dass je nach konkreter Nachfrage viele weitere Detailergebnisse aus den Szenarioergebnissen herausgearbeitet werden können.

Ergebnisdaten im folgenden Text werden aus Gründen der Lesbarkeit in der Regel gerundet (z. B. 42,7 Mio. WE) dargestellt. Der Schwerpunkt für die Interpretation der Szenarienergebnisse liegt auf dem Vergleich der Szenarien, d. h. im Vordergrund steht das Ausmaß der unterschiedlichen Entwicklung für die einzelnen Indikatoren (z. B. Kohlendioxidemissionen) über den Szenariozeitraum bis zum Jahr 2025. Es sei an dieser Stelle nachdrücklich betont, dass die Szenarien keine Prognosen darstellen – die Ergebnisse sind daher ebenfalls keine „Voraussagen“. Die Szenarienergebnisse sind ausschließlich Ausdruck der jeweiligen differenzierten Szenarioannahmen und sollen die Effekte dieser *möglichen* unterschiedlichen Entwicklungen transparent machen.

Neben den im weiteren dargestellten Ergebnissen zu Flächen, Rohstoffen, Kohlendioxidemissionen und Reststoffen liefert das Stoffstrommodell BASiS-2 auch quantitative Daten zu Luftschadstoffen (SO_2, NO_x, usw.), die hier jedoch nicht im Einzelnen dargestellt werden.[122]

6.1 Wohneinheiten und Wohnfläche

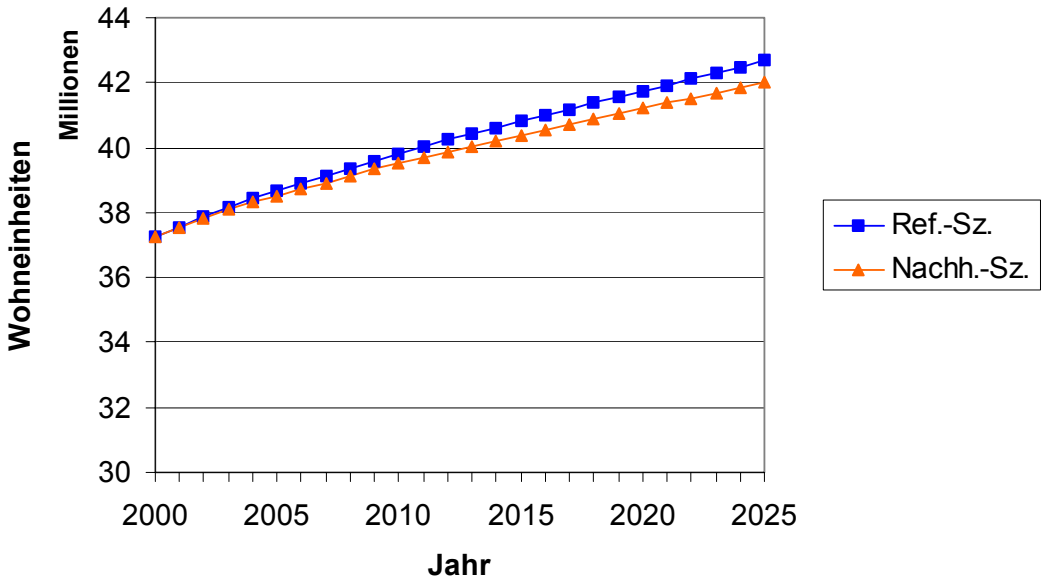
In Abbildung 6.1 ist die mit BASiS-2 berechnete Entwicklung der Wohneinheiten in Deutschland bis zum Jahr 2025 für das Referenzszenario und das Nachhaltigkeitsszenario aufgeführt. Ausgehend von einem Gesamtbestand von rund 37,2 Mio. WE in Deutschland (ABL und NBL) ist für beide Szenarien ein deutlicher Anstieg des Bestandes an WE bis 2025 zu erkennen. Der Unterschied der Szenarien am Ende des Szenariozeitraums ist vergleichbar gering. Für das Referenzszenario errechnet BASIS-2 im Jahr 2025 42,7 Mio. WE und im Nachhaltigkeitsszenario 42,0 Mio. WE.

[122] In den Publikationen zu den Szenarienergebnissen, die mit Hilfe des Vorgängermodells BASiS-1 (Öko-Institut 1998), (Öko-Institut 1999) gewonnen wurden, wurden auch Ergebnisse zu den Emissionen von SO_2 und NO_x dokumentiert. Auf die Darstellung der Ergebnisse mit BASiS-2 wird verzichtet, da einerseits gegenüber (Öko-Institut 1998), (Öko-Institut 1999) keine wesentlich neuen Erkenntnisse für den Vergleich der Szenarienergebnisse untereinander geliefert werden und andererseits die Relevanz des Bereiches Bauen und Wohnen für diese Luftschadstoffe inzwischen weiter zurückgegangen ist. Andere Bereiche sind für die weitere zukünftige Reduktion dieser Luftschadstoffe erheblich relevanter.

Die Szenarioergebnisse resultieren aus mehreren sich überlagernden Szenarioannahmen. Im Referenzszenario werden im Vergleich zum Nachhaltigkeitsszenario mehr WE zugebaut. Das Nachhaltigkeitsszenario unterstellt im Gegensatz zum Referenzszenario jedoch geringeren Abriss (Aufwertung der Wohnungsbestände durch Sanierung und Wohnungszusammenlegungen) bis zum Jahr 2025.

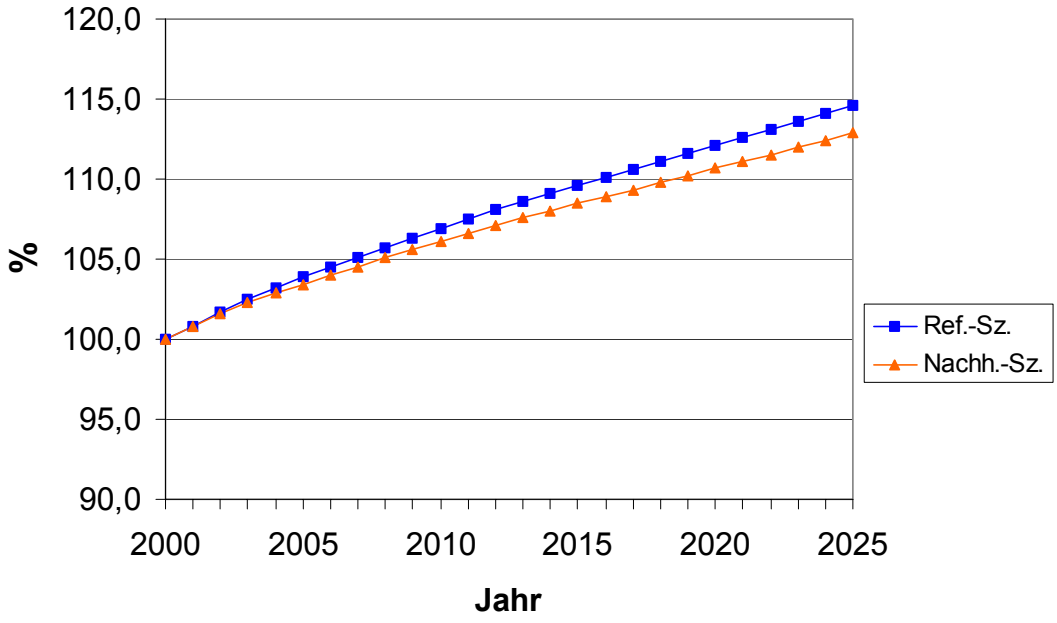
Die Ergebnisse in Abbildung 6.1 und die folgenden Ergebnisse zu Wohnflächen, Nettowohnbauland etc. sind mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 auch nach Alten und Neuen Bundesländern sowie nach den Raumtypen Kernstädte, erweiterter suburbaner Raum („Speckgürtel“) und ländlicher Raum differenziert abrufbar. Hierbei sind alle Kombinationen der Ergebnisaggregation möglich (z. B. Summe ABL, Summe NBL, Summe Raumtyp Kernstadt, Summe Raumtyp Kernstadt ABL etc.).

Abbildung 6.1 Entwicklung des Gesamtbestandes an Wohneinheiten in Deutschland



In Abbildung 6.2 ist die Veränderung des Bestandes an Wohneinheiten im Vergleich zum Basisjahr 2000 aufgeführt. Im Referenzszenario steigt bis zum Jahr 2025 der Gesamtbestand an WE um 14,6 % gegenüber 2000; im Nachhaltigkeitsszenario beträgt die Steigerung 12,9 %.

Abbildung 6.2 Prozentuale Veränderung des Bestandes an Wohneinheiten in Deutschland (Bezugsjahr 2000 = 100 %)

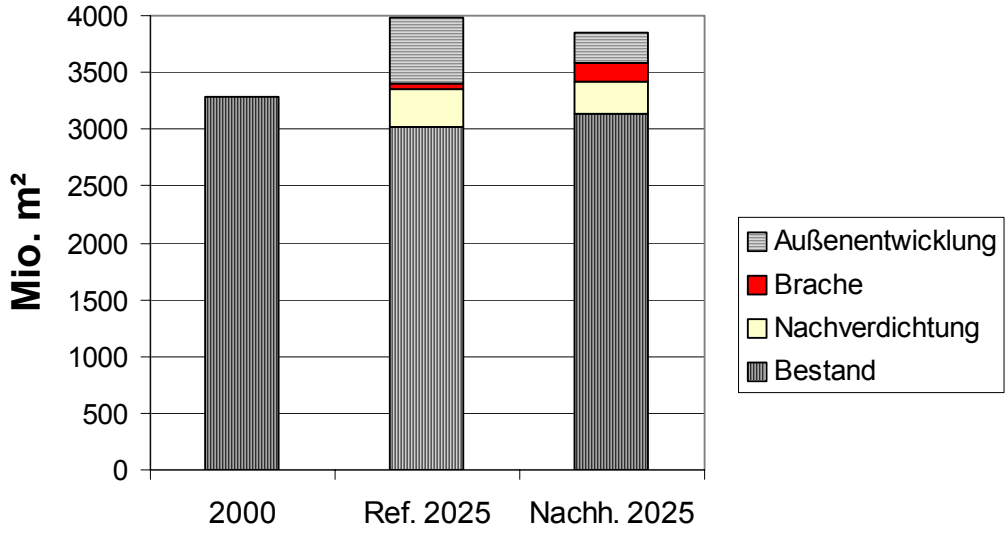


In beiden Szenarien wird gegenüber dem Jahr 2000 eine deutlich bessere Versorgung der Bevölkerung mit Wohnungen erreicht, da die Bevölkerungszahl im Szenariozeitraum weitgehend stagnieren wird (vgl. Abbildung 5.2). Ein erheblich größerer Wohnungsbestand wird im Jahr 2025 für eine Bevölkerung zur Verfügung stehen, die nicht größer als im Jahr 2000 ist. Betont werden muss zudem, dass die bautechnische Qualität des Wohnungsbestandes im Jahr 2025 im Nachhaltigkeitsszenario im Durchschnitt deutlich höher sein wird als im Referenzszenario. Dies geht in erster Linie auf die Szenarioannahmen zur Pflege des Wohnungsbestandes 2000 (Zusammenlegungen, Sanierungen) zurück. Aufgrund der wesentlich größeren Sanierungsraten und der größeren Sanierungstiefe im Nachhaltigkeitsszenario wird der Wohnungsbestand des Jahres 2000 im Jahr 2025 einen weitaus besseren Standard aufweisen als im Referenzszenario (vgl. u. a. Tabelle 5.16). Weiterhin werden im Nachhaltigkeitsszenario bis zum Jahr 2025 anteilig erheblich mehr energiesparende Passivhäuser gebaut werden. Diese Bautechnologie erfordert für eine erfolgreiche Realisierung einen sehr hohen Qualitätsstandard, da auch kleine Baumängel (Kältebrücken, Luftdichtigkeit der Gebäudehülle etc.) aufgrund der strengen Energiestandards sofort messbar und deren Behebung für den Bauherren einzufordern werden.

In der nachfolgenden Abbildung 6.3 ist die Entwicklung der gesamten Wohnfläche bis zum Jahr 2025 aufgeführt. Die linke Säule der Graphik zeigt den Wohnflächenbestand im Ausgangsjahr 2000 (rund 3.300 Mio. m^2). Die mittlere und die rechte Säule der Graphik zeigen einerseits die gesamte Wohnfläche im Jahr 2025 für das Referenzszenario (rund 4.000 Mio. m^2) und das Nachhaltigkeitsszenario (rund 3.850

Mio. m^2). Wird sowohl für das Jahr 2000 als auch das Jahr 2025 von rund 82,5 Mio. Einwohnern in Deutschland ausgegangen,[123] steigt die durchschnittliche Pro-Kopf-Wohnfläche von 39,8 m^2 im Jahr 2000 auf 48,2 m^2 (Referenzszenario) bzw. 46,8 m^2 (Nachhaltigkeitsszenario) bis zum Jahr 2025 an.

Abbildung 6.3 Entwicklung der Wohnfläche bis 2025 in Deutschland



Die Abbildung 6.3 zeigt weiterhin die differenzierten Ergebnisse der Szenarienberechnungen im Hinblick auf die Frage „Wo wird die zusätzliche Wohnfläche realisiert werden?“ Diese Frage ist essentiell für die nachfolgenden Diskussionen zur Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsflächen). Die Graphik macht hier die fundamentalen Unterschiede zwischen den beiden Szenarien deutlich. Im Referenzszenario wird der größte Anteil der zusätzlichen Wohnfläche in der Außenentwicklung, d. h. durch Bauen auf der „grünen Wiese“ realisiert. Hier wird der Flächen verzehrende Trend der letzten Jahrzehnte fortgeschrieben.

Im Nachhaltigkeitsszenario wird zunächst Wohnfläche „gewonnen“, da im Vergleich weniger Wohnraum abgerissen wird als im Referenzszenario. Vor allem jedoch ist der Anteil der Innenentwicklung (Nachverdichtung und Brache) mit einem kumulierten Anteil von fast 62 % bei der Schaffung neuer Wohnfläche bis zum Jahr 2025 bedeutend höher als im Falle des Referenzszenarios. Dies betrifft vor allem infrastrukturrelevante Maßnahmen der Brachflächenaktivierung („Brache“), aber auch die Realisierung von Anbauten und die Baulückenschließung („Nachverdichtung“). Die Wohnfläche, die im Referenzszenario bis 2025 auf Flächen der Nachverdichtung geschaffen wird, ist absolut größer als im Falle des Nachhaltigkeitsszenarios. Prozentual ist jedoch im Nachhaltigkeitsszenario der Anteil der Nachverdichtung an der

[123] Der Ansatz von 82,5 Mio. Einwohnern in Deutschland für 2000 bzw. 2025 für die Berechnung der Pro-Kopf-Wohnfläche ist eine eigene Ableitung des Öko-Instituts aus Prognosedaten des BBR (vgl. Abbildung 5.2).

kumulierten neu geschaffenen Wohnfläche größer.[124] Dies ist durch die forcierte Bestandserhaltungsstrategie des Nachhaltigkeitsszenarios zu erklären, die das Ausmaß der Neubauaktivitäten über den Szenariozeitraum insgesamt verringert.

6.2 Flächeninanspruchnahme

In der Datenbank des Stoffstrommodells BASiS-2 sind alle Häuser des Wohnungsbestandes und des Wohnungsneubaus über die Haustypen, Bebauungsleittypen und die Raumtypen mit Geschossflächendichten versehen (Abschnitt 3.1). Dies dient der Ermittlung der Stoff-, Energie- und Flächenaufwendungen für Verkehrserschließungsflächen und die dazugehörigen Ver- und Entsorgungsleitungen in den Szenarioberechnungen. Dieser Bottom-up-Ansatz erlaubt jedoch auch die Berechnung der Entwicklung des Nettowohnbaulandes (Grundstücksflächen der Wohnbebauung) in den Szenarien bis 2025.

In der nachstehenden Gleichung ist der Zusammenhang zwischen Geschossflächendichte (GFD), Geschossfläche (GF) und Nettowohnbauland (NWBL) dargestellt:

$$GFD = GF/NWBL$$

Da die Geschossfläche im Forschungsprojekt über den Faktor 1,25 (GF = WF *1,25) mit der Wohnfläche (WF) verknüpft ist und jeder Haustyp in BASiS eine definierte Wohnfläche aufweist, kann im Stoffstrommodell nach der umgestellten Gleichung

$$NWBL = WF*1,25/GFD$$

die Fläche des Nettowohnbaulandes ermittelt werden. Die Fläche des Nettowohnbaulandes des Wohnungsbestandes des Startjahres 2000 wird über die Daten des Wohnungsbestandes im Stoffstrommodell ermittelt. Die Inanspruchnahme des Nettowohnbaulandes im Szenariozeitraum bis 2025 wird von BASiS-2 entsprechend der Szenarioannahmen errechnet.

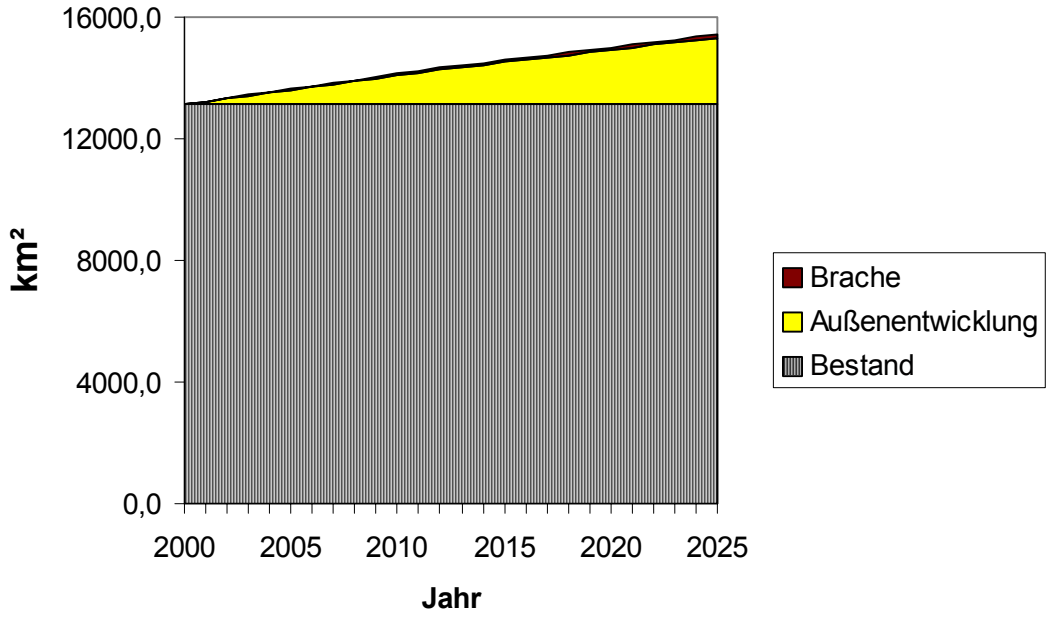
6.2.1 Ergebnisse des Referenz- und des Nachhaltigkeitsszenarios

In der Abbildung 6.4 ist die Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland für das Referenzszenario dargestellt[125].

[124] Im Nachhaltigkeitsszenario sind die Bürger, welche im Referenzszenario in neue WE in Anbauten oder Neubauten durch Baulückenschließungen (Nachverdichtung) ziehen, eine Zielgruppe für die verstärkte Bestandsnutzung. Eine Annahme, bei der im Nachhaltigkeitsszenario noch stärker als bisher angesetzt nachverdichtet würde und dafür weniger Neubauten auf der „Grünen Wiese“ entständen, würde an den Bedürfnissen der Nutzer vorbeigehen.

[125] Wie bereits erwähnt, können die Flächenergebnisse aus BASiS-2 auch differenziert nach ABL und NBL und/oder den Raumtypen ermittelt werden.

Abbildung 6.4 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Referenzszenario)



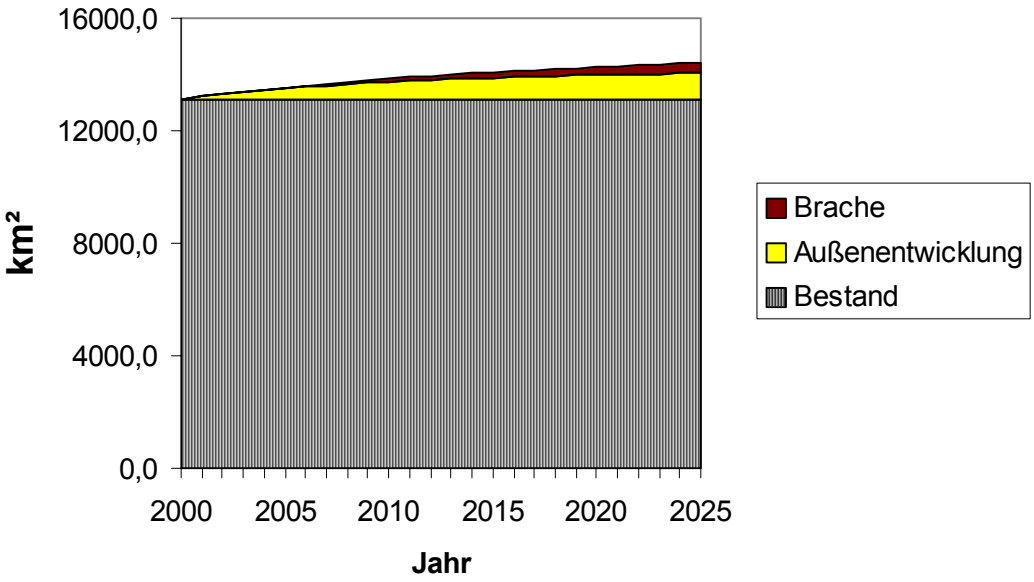
Die Fläche des Nettowohnbaulandes des Bestandes 2000 wird über den Szenariozeitraum konstant gehalten, da unterstellt wird, dass keine Umwidmung von Nettowohnbauland erfolgt (selbst wenn im größeren Maße Wohngebäude abgerissen werden sollten). Diese Annahme geht davon aus, dass in der Praxis kein Nettowohnbauland rückwirkend formal in eine andere Art von Flächennutzung (z. B. in ein Gewerbegebiet) „umgestuft“ wird. Nachverdichtung als infrastrukturneutrale Variante der Innenentwicklung verursacht keine zusätzliche Inanspruchnahme von Nettowohnbauland und ist daher in der Abbildung 6.4 und den folgenden Abbildungen nicht aufgeführt.

Innenentwicklung mit Infrastrukturaufwendung (Brache) wird separat ausgewiesen, da häufig Militär-, Verkehrs- (Bahn etc.) und Industriebrachen aktiviert werden, die zuvor nicht zum Nettowohnbauland zählten. Es wird unterstellt, dass die zuvor anders genutzten Flächen nach der Wohnbebauung unter Nettowohnbauland subsummiert werden. Im Gegensatz zur Außenentwicklung handelt es sich bei der Aktivierung von Brachen nicht um eine Flächeninanspruchnahme auf der „grünen Wiese“, d. h. die Umweltinanspruchnahme ist geringer als im Falle der Außenentwicklung (weitergehende Zersiedelung und Zerschneidung von naturnahen Flächen). Im Referenzszenario wird (ausgehend von rund 13.000 km^2 im Jahr 2000) in der Außenentwicklung bis 2025 eine kumulierte zusätzliche Flächeninanspruchnahme von fast 2.200 km^2 (220.000 ha) für NWBL errechnet. Dies entspricht der Fläche von rund 300.000 Fußballfeldern. Aus der Abbildung 6.4 ist eindeutig zu entnehmen, dass im Referenzszenario der weitaus größte Anteil der Zunahme des Netto-

wohnbaulandes in der Außenentwicklung erfolgt, mit entsprechenden Implikationen auf die Umwelt.

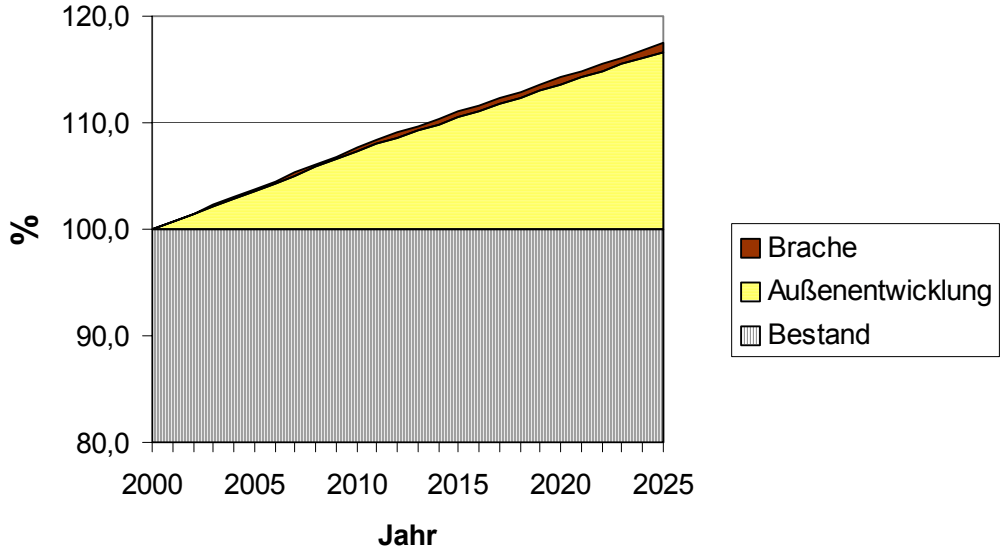
In der folgenden Graphik ist die mit Hilfe des Stoffstrommodells BASiS-2 errechnete Entwicklung der kumulierten Inanspruchnahme von Nettowohnbauland in Deutschland für das Nachhaltigkeitsszenario dargestellt. Die absolute Zunahme des Nettowohnbaulandes in der Außenentwicklung bis zum Jahr 2025 ist mit gut 900 km^2 deutlich geringer als im Referenzszenario. Mit annähernd 400 km^2 wird im Vergleich zum Referenzszenario (nur knapp 100 km^2 Nettowohnbauland durch Brachflächenaktivierung) deutlich mehr Nettowohnbauland durch Aktivierung von Brachflächen gewonnen, d. h. die „grüne Wiese“ wird im Nachhaltigkeitsszenario erheblich stärker geschont.

Abbildung 6.5 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Nachhaltigkeitsszenario)



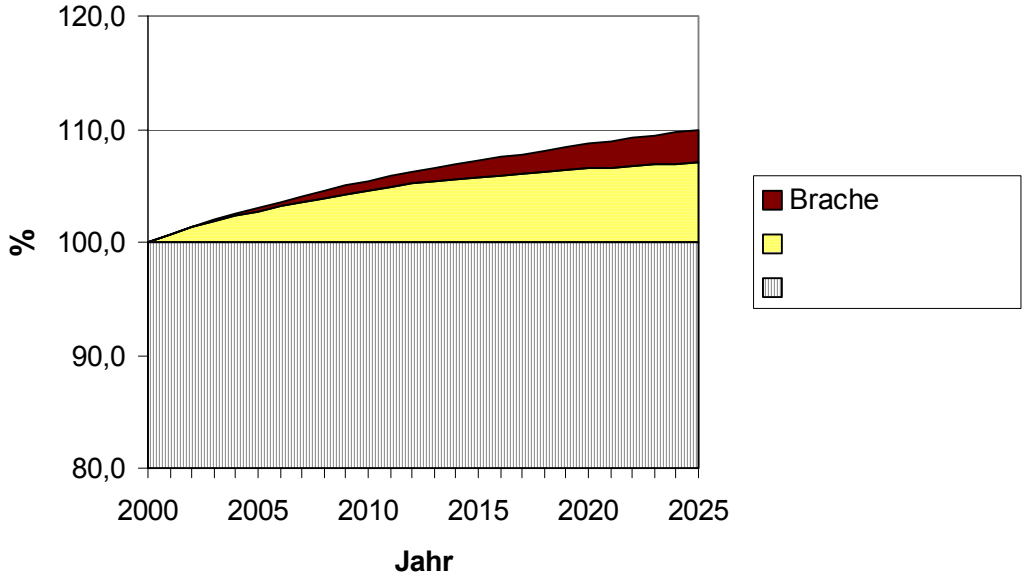
In der Abbildung 6.6 sind die Ergebnisse für das Referenzszenario hinsichtlich der kumulierten Flächeninanspruchnahme für Nettowohnbauland bezogen auf das Jahr 2000 prozentual dargestellt. Die Szenariophilosophie des Referenzszenarios (weitgehend unveränderte Trendfortschreibung) bildet sich in diesem Ergebnis deutlich ab. Die Flächeninanspruchnahme durch Außenentwicklung (Bauen auf „grüner Wiese“) setzt sich bis zum Jahr 2025 annähernd linear fort. In den 25 Jahren des Szenariozeitraums wächst das Nettowohnbauland in Deutschland nach dem Referenzszenario um 16,7 % (ohne Berücksichtigung geringer Flächeninanspruchnahme auf Brachen).

Abbildung 6.6 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Referenzszenario: Jahr 2000 = 100 %)



Aus der nächsten Graphik (Abbildung 6.7) ist die prozentuale Entwicklung des Nettowohnbaulandes im Nachhaltigkeitsszenario bezogen auf das Ausgangsjahr 2000 zu entnehmen. Die zusätzliche Inanspruchnahme von Nettowohnbauland in der Außenentwicklung ist mit 7,1 % bis 2025 im Vergleich zum Referenzszenario deutlich moderater. Außerdem kann der Graphik die wachsende Bedeutung der Brachflächenaktivierung (zusätzlich 2,9 % Nettowohnbauland bis 2025) im Nachhaltigkeitsszenario entnommen werden. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Zunahme der Flächeninanspruchnahme nicht linear verläuft, sondern über den Szenariozeitraum geringer wird.

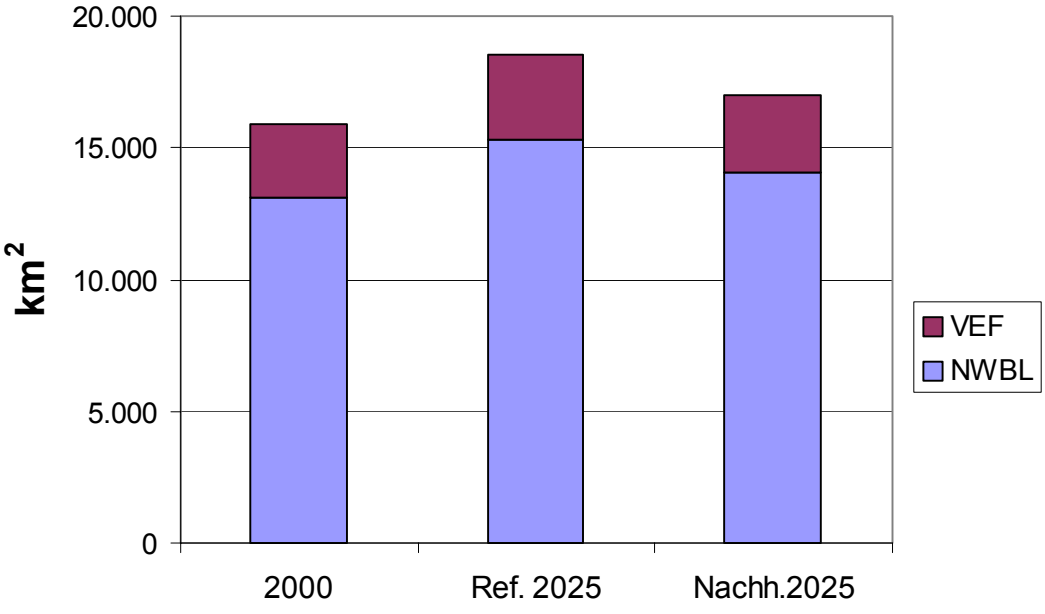
Abbildung 6.7 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Nachhaltigkeitsszenario: Jahr 2000 = 100 %)



Diese Zukunftsperspektive, die das Nachhaltigkeitsszenario aufweist, ist die Konsequenz aus mehreren Szenarioannahmen, die im Sinne der Szenariophilosophie aufeinander abgestimmt sind und sich über den Szenariozeitraum in ihrer Wirkung verstärken. Zu nennen ist im Vergleich zum Referenzszenario die geringere absolute Neubauaktivität (möglich durch Aufwertung der Bestände), der höhere Anteil von Wohneinheiten im Geschosswohnungsbau und von verdichteten Bauformen (Reihenhäuser etc.) sowie der größere Anteil der Neubauaktivitäten in verdichteten Räumen (Kernstädte) in Verbindung mit einem wachsenden Anteil der Innenentwicklung (Nachverdichtung und Brache).

Die folgende Abbildung 6.8 verdeutlicht die Flächeninanspruchnahme durch Außenentwicklung hinsichtlich Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche. Die linke Säule zeigt den Bestand im Jahr 2000 (Ausgangsjahr), unterteilt nach Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche. Das mit BASiS-2 errechnete Nettowohnbauland beträgt rund 13.000 km^2 im Jahr 2000; die Verkehrserschließungsfläche zusätzlich ca. 2.800 km^2. Das Verhältnis der Fläche des Nettowohnbaulandes zur Verkehrserschließungsfläche liegt damit in der von der Fachwelt genannten Bandbreite von 4 bis 5 zu 1 (Holst, Hogrebe, Krüger 1997).[126] Die mittlere Säule in der Graphik zeigt das kumulierte Ergebnis für das Referenzszenario im Jahr 2025, die rechte Säule das entsprechende Ergebnis für das Nachhaltigkeitsszenario. Sowohl für das Nettowohnbauland als auch für die Verkehrserschließungsfläche ist die Inanspruchnahme von „grüner Wiese“ im Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Referenzszenario deutlich geringer.

Abbildung 6.8 Flächeninanspruchnahme durch Außenentwicklung: Nettowohnbauland (NWBL) und Verkehrserschließungsfläche (VEF) in Deutschland



[126] Dieses Ergebnis belegt die Qualität der entsprechenden Datenannahmen in BASiS-2.

Die vorangegangenen Abbildungen zur Flächeninanspruchnahme zeigen stets kumulierte Ergebnisse auf. In der Abbildung 6.9 und Abbildung 6.10 sind die täglichen Zuwächse der Flächeninanspruchnahme in der Außenentwicklung für die Summe aus Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche dargestellt. Als Einheit wird, wie in der allgemeinen Diskussion üblich, ha/Tag gewählt. Der Unterschied der Szenarienergebnisse wird in dieser Darstellung besonders deutlich. Im Referenzszenario wird die tägliche Flächeninanspruchnahme für das Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ weitgehend ungebremst über den Szenariozeitraum fortgesetzt. Die tägliche Flächeninanspruchnahme sinkt vom Ausgangsjahr 2000 (ca. 31 ha/Tag) bis zum Jahr 2025 (ca. 27 ha/Tag) nur unwesentlich. Der Rückgang beruht auf einer etwas geringeren Neubauaktivität.

Demgegenüber sinkt im Nachhaltigkeitsszenario die tägliche Flächeninanspruchnahme bis zum Jahr 2025 sehr deutlich auf rund 5 ha/Tag. Damit zeigt das Nachhaltigkeitsszenario für das Bedürfnis „Wohnen“ eine Perspektive für die Entkopplung von Wohnflächenzuwachs und Flächeninanspruchnahme auf der „grünen Wiese“ auf. Aus den Graphiken wird weiterhin deutlich, in welchen Raumtypen die großen Unterschiede zwischen den beiden Szenarien zum Tragen kommen. Die erheblichen Reduzierungen der täglichen Flächeninanspruchnahme im Nachhaltigkeitsszenario über den Szenarienzeitraum werden vor allem durch geringere Neuinanspruchnahme in den suburbanen und ländlichen Raumtypen verursacht.

Abbildung 6.9 Referenzszenario: Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) in ha/Tag durch Außenentwicklung in Deutschland

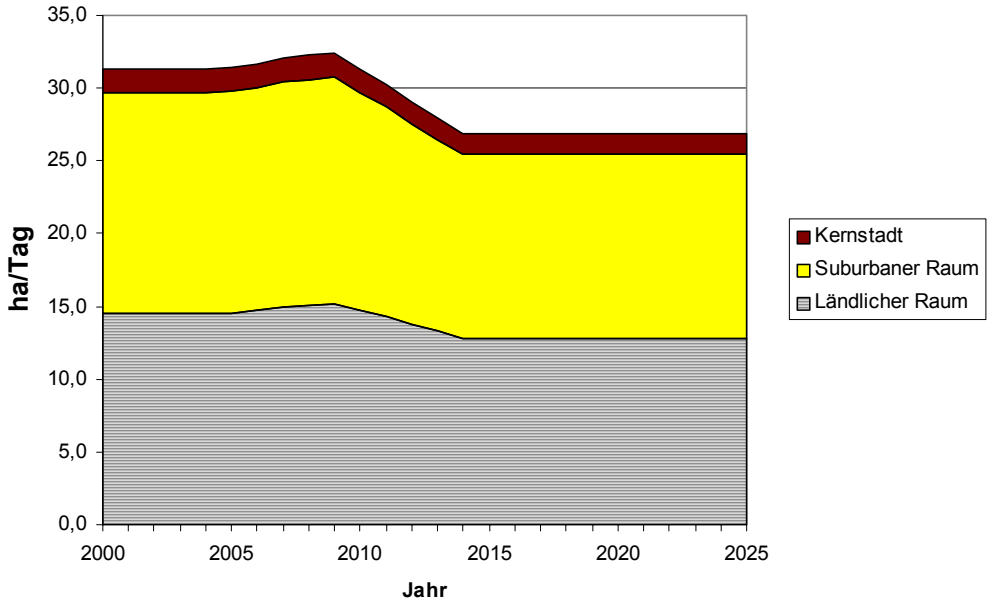
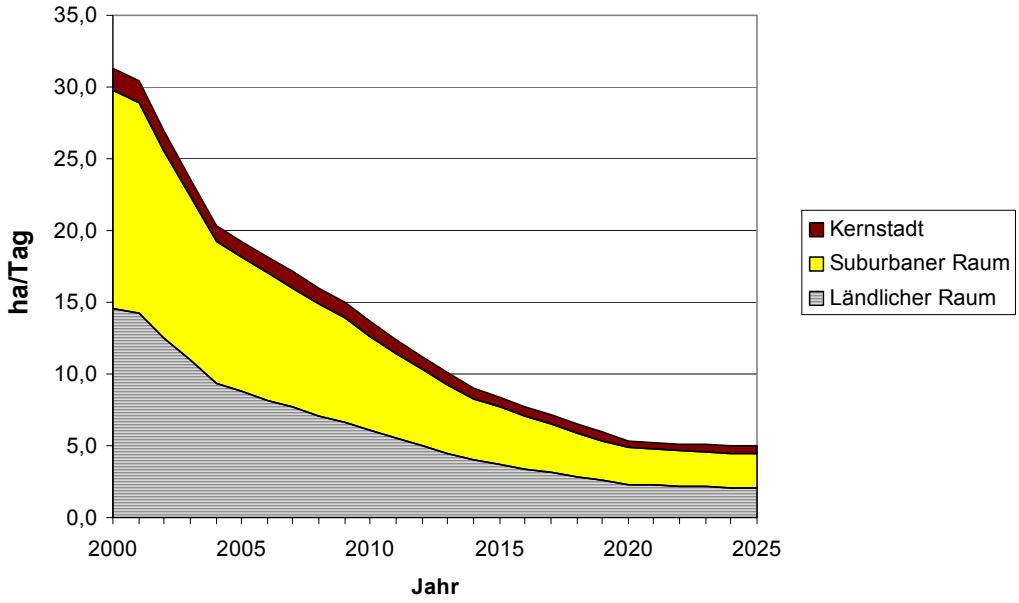


Abbildung 6.10 Nachhaltigkeitsszenario: Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) in ha/Tag durch Außenentwicklung in Deutschland



Der Ausgangswert von 31 ha/Tag für die Außenentwicklung, der sich im Referenzszenario nur unwesentlich verringert, steht nur für ein Teilsegment der täglichen Inanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsfläche, die im Jahr 2000 laut Statistik 129 ha/Tag (BBR 2001a) betrug.[127] Die Siedlungs- und Verkehrsfläche umfasst im Gegensatz zur Systemgrenze im hier dokumentierten UBA-Projekt auch die äußere Erschließung von Wohngebieten (Sammelstraßen), die Folgeeinrichtungen (Kindergärten, Schulen etc.), Gewerbegebiete und übergeordnete Verkehrsflächen (Autobahnen, Bundesstraßen, Schnellbahntrassen etc.). Die stark auseinanderdriftende „Schere“ bei der im Projekt ermittelten Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) für das Segment „Wohnen“, die in den Szenarioergebnissen deutlich wird, würde sich jedoch letztlich ebenfalls in der äußeren Erschließung von Wohngebieten und der übergeordneten Infrastruktur fortsetzen, da neue Wohngebiete auf der „grünen Wiese“ häufig weiteren Flächenbedarf (z. B. für Kindergärten, S-Bahnlinien etc.) induzieren, so dass der Unterschied der Szenarien in der absoluten Flächeninanspruchnahme (bei Ausdehnung der Bilanzierungsgrenzen) noch größer wäre.

[127] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ein direkter Abgleich der Flächenstatistik des BBR mit den Ergebnissen, die das Stoffstrommodell BASiS ausweist, aus methodischen Gründen auf keinen Fall erfolgen kann. Die Flächenergebnisse, welche BASiS liefert, beruhen auf einer Reihe von methodischen Grundlagen sowie auf Szenarioannahmen, die sich wiederum auf zahlreiche Ausgangsdaten mit entsprechenden Annahmen stützen (z. B. GFD der einzelnen Haustypen: vgl. Kapitel 1). So wird z. B. in BASiS im Gegensatz zur Statistik kein ausgewiesenes Bauland (hier für Wohnbauzwecke) bilanziert, sondern die Bilanzierung des Nettowohnbaulandes sowie der Verkehrserschließungsfläche orientiert sich an den über die Szenarioannahmen unterstellten Aktivitäten des Zubaus von Wohneinheiten. Die Ergebnisse, die BASiS liefert, sollen die Effekte denkbarer unterschiedlicher Entwicklungen über den Szenariozeitraum aufzeigen; sie sind unter Berücksichtigung der verwendeten Methodik zu interpretieren.

Damit ist ein Grundproblem angesprochen. Wohnbebauung auf der „grünen Wiese“ erfordert früher oder später weitere Folgeeinrichtungen (Erweiterung von Kindergärten, Schulen, Dienstleistungen, Umgehungsstraßen, S-Bahn-Linien etc.), während die bereits vorhandene Infrastruktur (vor allem in Kernstädten) zunehmend ungenügend ausgelastet wird (leer stehende Schulen etc.). Dies stellt nicht nur ein ökologisches, sondern auch ein volkswirtschaftliches Problem dar, weil langfristig gesehen einer stagnierenden Zahl an Haushalten wachsende Unterhaltungskosten für die sich ausdehnende Infrastruktur gegenüberstehen.

Bei der Bewertung dieses Ergebnisses muss berücksichtigt werden, dass das Problem der anhaltenden Flächeninanspruchnahme in Deutschland durch Bebauung unterschiedlichster Art zentraler Gegenstand hochrangiger Gremien und Institutionen (Enquete 1998) war und ist. Die Bundesregierung hat diesbezüglich ein richtungsweisendes Umweltziel aufgestellt (Bundesregierung 2002). Dieses Umweltziel sieht bis 2020 eine Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsfläche auf rund ein Viertel (ca. 30 ha/Tag) des Ausgangswertes im Jahr 2000 (129 ha/Tag) vor. Die Ergebnisse des Referenzszenarios zeigen eindeutig, dass nach den Annahmen des Referenzszenarios dieses Umweltziel im Teilsegment „Wohnen“ weit verfehlt wird.[128]

Das Nachhaltigkeitsszenario zeigt hier eine Perspektive im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung auf. Die Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme auf rund ein Sechstel des Ausgangswertes bis zum Jahr 2020 steht im Einklang mit dem Umweltziel, welches die Bundesregierung für die Neuinanspruchnahme von Fläche in Deutschland aufgestellt hat (Bundesregierung 2002).

6.2.2 Ergebnisse der Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“

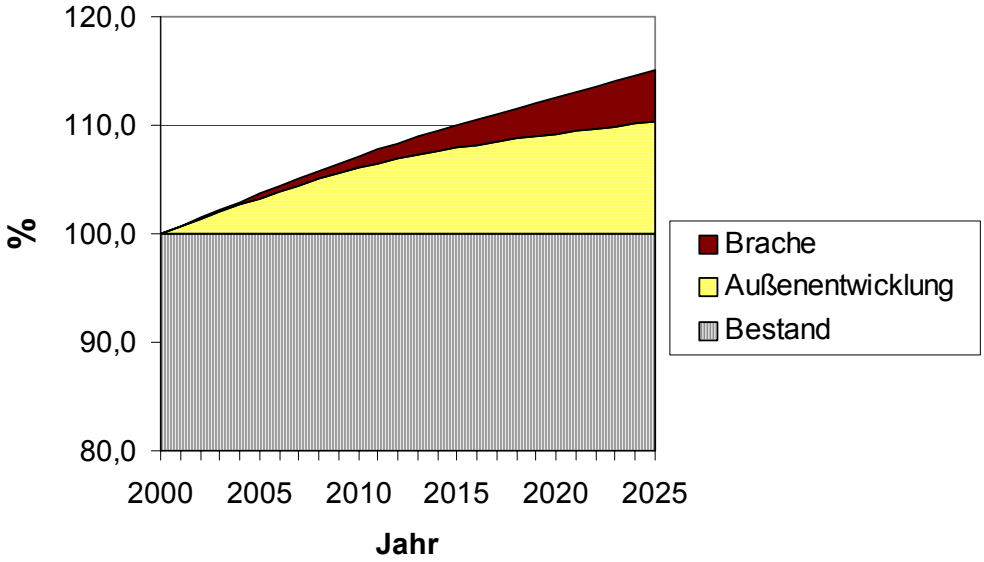
Um die Unterschiede der Szenarienergebnisse zwischen dem Referenzszenario und dem Nachhaltigkeitsszenario bzgl. der Entwicklung des Nettowohnbaulandes weitergehend zu interpretieren, wurden mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 zwei Szenaretten[129] gerechnet. Für die Szenarette „Verdichtung“ wurde zunächst der Datensatz für das komplette Referenzszenario kopiert. Anschließend wurden ausschließlich die Daten aus dem Nachhaltigkeitsszenario für die Verteilung der WE der einzelnen Haustypen des Neubaus auf die drei Raumtypen sowie Innenentwicklung (Brache

[128] Es muss betont werden, dass das Referenzszenario im Sinne der Umweltinanspruchnahme keinesfalls ein Worst-case-Szenario ist, d. h. unter besonders ungünstigen Umständen könnte die Flächeninanspruchnahme bis 2025 noch höher ausfallen.

[129] Szenaretten stellen im Unterschied zu den im Projekt aufgestellten Szenarien (Referenz und Nachhaltigkeit), die auf einer Szenariophilosophie und entsprechend aufeinander abgestimmten Szenarioannahmen beruhen, reine Testläufe dar, mit dem Ziel, Ergebnisse der Szenarien weiter zu interpretieren. Die Szenaretten dürfen nicht als in sich geschlossene und sinnvolle Entwicklungspfade missinterpretiert werden (vgl. Öko-Institut 1999).

bzw. Nachverdichtung) und Außenentwicklung in die Szenarette implementiert.[130] Das Ergebnis dieses Testlaufs für die Entwicklung des Nettowohnbaulandes ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 6.11 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Szenarette „Verdichtung“: Jahr 2000 = 100 %)



Im Gegensatz zum Referenzszenario (Zunahme des Nettowohnbaulandes um 16,7 % durch Außenentwicklung) beträgt die Inanspruchnahme von Nettowohnbauland über den Szenariozeitraum für die Szenarette „Verdichtung“ nur 10,3 % in der Außenentwicklung. Der Unterschied zwischen Referenzszenario und der Szenarette für die Zunahme des Nettowohnbaulandes in der Außenentwicklung beträgt bis 2025 6,4 Prozentpunkte. Der Unterschied zwischen dem Referenzszenario und dem Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 für die Außenentwicklung beläuft sich auf rund 9,6 Prozentpunkte. Daraus wird ersichtlich, wie relevant die Innenentwicklung für die Reduktion der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme auf der „grünen Wiese“ ist.

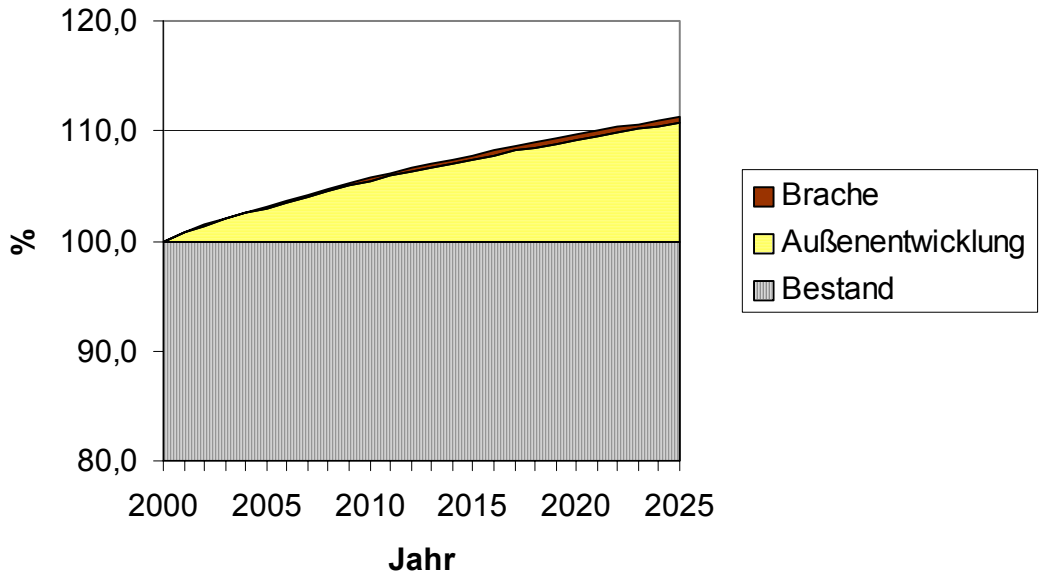
Der Vergleich der Ergebnisse für das Referenzszenario mit der Szenarette „Verdichtung“ für das Wachstum des Nettowohnbaulandes auf Brachen ergibt ein völlig anderes Bild. In der Szenarette wächst das Nettowohnbauland auf ehemaligen Brachen bis 2025 um 4,7 %, im Referenzszenario lediglich um 0,8 % während es im Nachhaltigkeitsszenario 2,9 % ist. An diesem Ergebnis ist erkennbar, dass die Szenarette nicht auf abgestimmten Szenarioannahmen beruht. Zwar wird im Vergleich zum Referenzszenario das Wachstum des Nettowohnbaulandes in der Außenentwicklung aufgrund der (vom Nachhaltigkeitsszenario) übernommenen Raumtypenverteilung (deutlich stärkere Präferenz der Kernstädte) und des über-

[130] Eine ausschließliche Übernahme der Szenarioannahme aus dem Nachhaltigkeitsszenario für das Verhältnis Innen- zu Außenentwicklung in die Szenarette wurde nicht durchgeführt, da hieraus absurde Annahmen resultieren würden (erheblicher Anstieg der Innenentwicklung bei gleichbleibend hohem Anteil der Bebauung in den suburbanen und ländlichen Räumen).

nommenen hohen Anteils der Innenentwicklung deutlich gebremst. Erforderlich wäre jedoch nach der Szenarette „Verdichtung“ eine erheblich größere Aktivierung von Brachflächen gegenüber dem Referenz-, aber auch gegenüber dem Nachhaltigkeitsszenario.

Für die zweite Szenarette „Bestandserhalt“ wurde zunächst wiederum der Datensatz für das komplette Referenzszenario kopiert. Anschließend wurden ausschließlich die Daten aus dem Nachhaltigkeitsszenario für die Bautätigkeit (Entwicklung des Neubaus von WE, Entwicklung von Abgang aus dem Wohnungsbestand) für die Szenarette übernommen. Im Gegensatz zur Szenarette „Verdichtung“ wurde die Verteilung der WE der einzelnen Haustypen des Neubaus auf die drei Raumtypen sowie das Verhältnis Innenentwicklung (Brache und Nachverdichtung) zu Außenentwicklung im Falle der Szenarette „Bestandserhalt“ gegenüber dem Referenzszenario nicht verändert. Die Ergebnisse für die mit BASiS-2 gerechnete Szenarette „Bestandserhalt“ sind im Hinblick auf die Entwicklung des Nettowohnbaulandes in der nachfolgenden Abbildung aufgeführt.

Abbildung 6.12 Entwicklung des Nettowohnbaulandes in Deutschland (Szenarette „Bestandserhalt“: Jahr 2000 = 100 %)

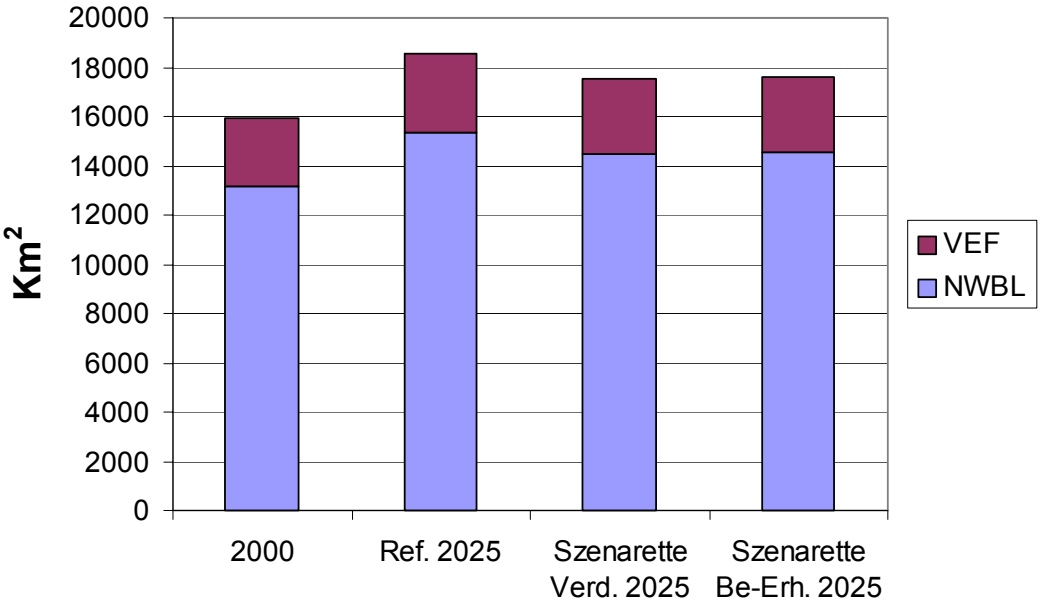


Im Vergleich zum Referenzszenario (Zunahme des Nettowohnbaulandes um 16,7 % durch Außenentwicklung) beträgt die Inanspruchnahme von Nettowohnbauland über den Szenariozeitraum für die Szenarette „Bestandserhalt“ 10,8 % in der Außenentwicklung. Der Unterschied zwischen dem Referenzszenario und der Szenarette „Bestandserhalt“ für die Zunahme des Nettowohnbaulandes in der Außenentwicklung beträgt bis 2025 5,9 Prozentpunkte. Hinsichtlich der Ergebnisse bis 2025 zur Entwicklung der Inanspruchnahme von Nettowohnbauland durch Außenentwicklung unterscheiden sich die beiden Szenaretten („Verdichtung“ bzw. „Bestandserhalt“) nur unwesentlich (vgl. Abbildung 6.11 und Abbildung 6.12).

Hinsichtlich der Entwicklung des Nettowohnbaulandes auf Brachen unterscheiden sich die Ergebnisse der beiden Szenaretten jedoch erheblich. Während in der Szenarette „Verdichtung“ bis 2025 die Inanspruchnahme von Nettowohnbauland auf Brachen um 4,7 % wächst, sind es im Falle der Szenarette „Bestandserhalt“ lediglich 0,5 % (Zum Vergleich: Referenzszenario 0,8 % sowie Nachhaltigkeitsszenario 2,9 %). Das Ergebnis der Szenarette „Verdichtung“ für die Entwicklung des Nettowohnbaulandes auf Brachen resultiert aus der Übernahme der Szenarioannahmen aus dem Nachhaltigkeitsszenario für die Verteilung des Neubaus an WE auf die Raumtypen sowie der Verteilung der Innen- zur Außenentwicklung bei gleichzeitiger Beibehaltung der intensiveren Aktivitäten zur Bautätigkeit aus dem Referenzszenario. Es wird deutlich, dass beide Szenaretten den besonders haushälterischen Umgang des Nachhaltigkeitsszenarios hinsichtlich des Nettowohnbaulandes nicht erreichen.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse der Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“ für die Inanspruchnahme von Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche für das Jahr 2025 aufgeführt. Zum Vergleich sind die Ergebnisse für das Ausgangsjahr 2000 und das Referenzszenario im Jahr 2025 gegenübergestellt (vgl. Abbildung 6.8). Alle Werte berücksichtigen nur die Inanspruchnahme von Flächen in der Außenentwicklung, d.h. die Inanspruchnahme von Brachen ist im Gegensatz zur Abbildung 6.11 und Abbildung 6.12 nicht berücksichtigt.

Abbildung 6.13 Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland [NWBL] und Verkehrserschließungsfläche [VEF]) durch Außenentwicklung: Referenzszenario im Vergleich mit den Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“



Die in der Abbildung 6.13 aufgeführten Ergebnisse für die Entwicklung des Nettowohnbaulandes und der Verkehrserschließungsfläche durch Außenentwicklung bilden das gleiche Muster ab wie die zuvor diskutierten Ergebnisse, die sich nur auf

das Nettowohnbauland (ohne Berücksichtigung der zuvor diskutierten Aspekte zu Brachen) bezogen. In der Summe (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) nimmt in der Szenarette „Verdichtung“ die Flächeninanspruchnahme im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 bis zum Jahr 2025 insgesamt um gut 1.600 km^2 zu. Im Falle der Szenarette „Bestandserhalt“ beträgt die Flächeninanspruchnahme bis 2025 insgesamt rund 1.700 km^2. Beide Szenaretten weisen jeweils nur rund 2/3 der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme bis 2025 auf im Vergleich zum Referenzszenario[131] (gut 2.600 km^2 zusätzliche Flächeninanspruchnahme bis 2025). Für beide Szenaretten gilt jedoch auch, dass das Ergebnis des Nachhaltigkeitsszenarios bis 2025 (vgl. Abbildung 6.8: lediglich rund 1.100 km^2 zusätzliche Flächeninanspruchnahme für Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche bis 2025) deutlich verfehlt wird.

Eine isolierte Betrachtung der Ergebnisse für die zusätzliche Inanspruchnahme von Verkehrserschließungsfläche in der Außenentwicklung ergibt ein ähnliches Bild wie die zuvor betrachteten Ergebnisse für das Nettowohnbauland in der Außenentwicklung. Im Referenzszenario werden bis 2025 gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 zusätzlich 16,6 % für Verkehrserschließungsflächen in der Außenentwicklung in Anspruch genommen. In der Szenarette „Verdichtung“ beträgt die entsprechende Zunahme 10,3 % während in der Szenarette „Bestandserhalt“ 11,3 % als Ergebnis erhalten wird. Die zusätzliche Flächeninanspruchnahme für Verkehrserschließungsflächen in der Außenentwicklung beträgt im Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 jedoch lediglich 7,4 %.

Aus den Ergebnisauswertungen der beiden Szenaretten lässt sich das Fazit ziehen, dass das überzeugende Ergebnis des Nachhaltigkeitsszenarios im Hinblick auf das Wachstum des Nettowohnbaulandes und der Verkehrserschließungsfläche nicht einer einzigen isolierten Szenarioannahme geschuldet ist, sondern dass vielmehr die sinnvolle Abstimmung einer Reihe von wichtigen Lösungsansätzen eine Perspektive (hier für den wichtigen Flächenaspekt) für eine nachhaltige Entwicklung im Bereich „Bauen und Wohnen“ aufzeigt.

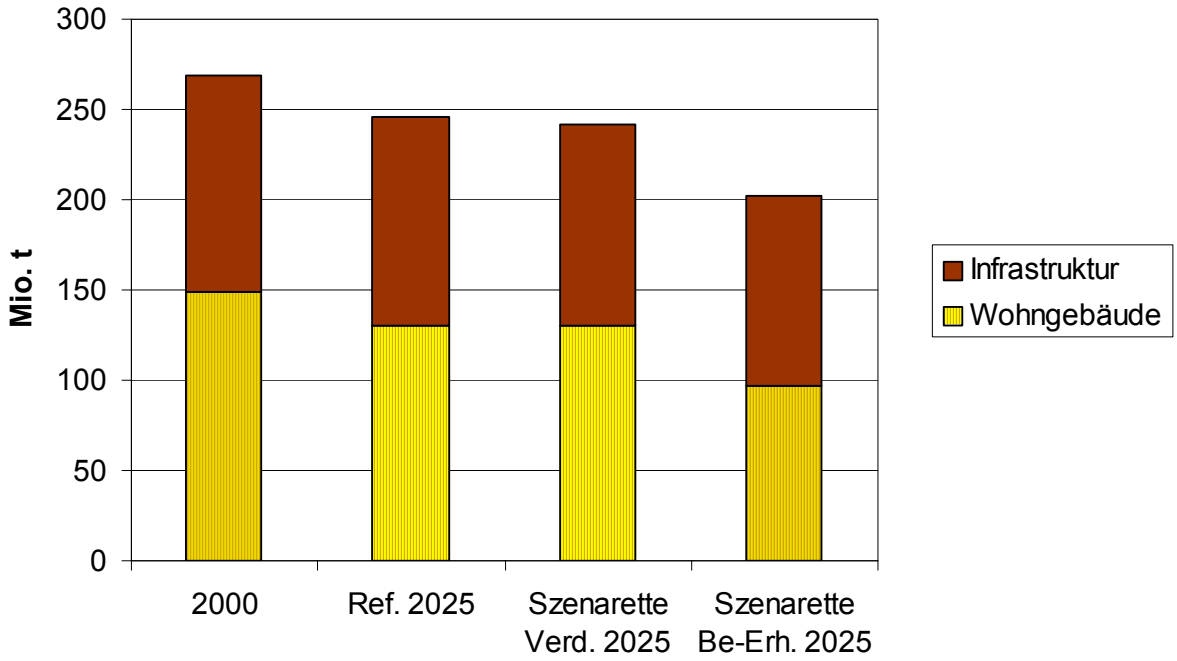
Da von Interesse ist, welche Auswirkungen die in den Szenaretten repräsentierten „Stellschrauben“ „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“ über Flächenaspekte hinaus auf die Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe haben, sind die Ergebnisse für das Jahr 2025 im Vergleich zum Referenzszenario sowie zum Ausgangsjahr 2000 dargestellt.[132]

---

[131] Die jeweiligen Differenzen der Ergebnisse im Jahr 2025 der einzelnen Szenaretten im Vergleich zum Ergebnis im Referenzszenario können nicht addiert werden, um die Differenz zwischen Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario zu erhalten, da die Szenarioannahmen in ihrer Verknüpfung nicht einfach additiv wirken.

[132] Weitergehendere Auswertungen der Szenarioergebnisse (Referenz und Nachhaltigkeit) für die Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe sind im folgenden Abschnitt 6.3 aufgeführt.

Abbildung 6.14 Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude und technische Infrastruktur: Referenzszenario im Vergleich mit den Szenaretten „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“



Aus der Ergebnisgraphik wird deutlich, dass das Referenzszenario gegenüber dem Ausgangswert bis zum Jahr 2025 nur eine geringe Reduzierung der jährlich in Anspruch genommenen mineralischen Rohstoffe aufweist. Ein sehr ähnliches Ergebnis weist die Szenarette „Verdichtung“ auf. Der Teilbeitrag durch die Errichtung und die Instandhaltung von Wohngebäuden hat den gleichen Wert wie für das Referenzszenario, da alle entsprechenden Szenarioannahmen übernommen wurden. Darüber hinaus ist der Teilbeitrag der Infrastruktur in der Szenarette „Verdichtung“ nur unwesentlich niedriger im Vergleich zum Referenzszenario. Dieses zunächst überraschende Ergebnis kommt dadurch zustande, dass in dieser Szenarette zwar deutlich weniger Nettowohnbauland (und damit auch Verkehrserschließungsfläche) in der Außenentwicklung im Vergleich zum Referenzszenario in Anspruch genommen wird. Da jedoch in der Szenarette „Verdichtung“ erheblich mehr Nettowohnbauland auf Brachen (vgl. Abbildung 6.11) in Anspruch genommen wird als im Referenzszenario, muss hierfür ein relevanter Rohstoffbedarf für Infrastruktur aufgewendet werden, da der Neubau von WE auf Brachen nicht infrastrukturneutral erfolgt.

Das Ergebnis für die Szenarette „Bestandserhalt“ im Jahr 2025 weist gegenüber dem Ergebnis für das Referenzszenario eine deutlicher reduzierte Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen auf. Die untersuchten Lösungsansätze „Verdichtung“ und „Bestandserhalt“ sind für die Reduktion der zusätzlichen Flächeninanspruchnahme von gleicher Bedeutung. Die Bestandserhaltung ist zusätzlich die wesentliche Stellschraube zur Schonung der mineralischen Rohstoffe.

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse hinsichtlich der Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe für das Referenzszenario im Vergleich zum Nachhaltigkeitsszenario detailliert ausgewiesen und bewertet.

6.3 Rohstoffinanspruchnahme und Reststoffe

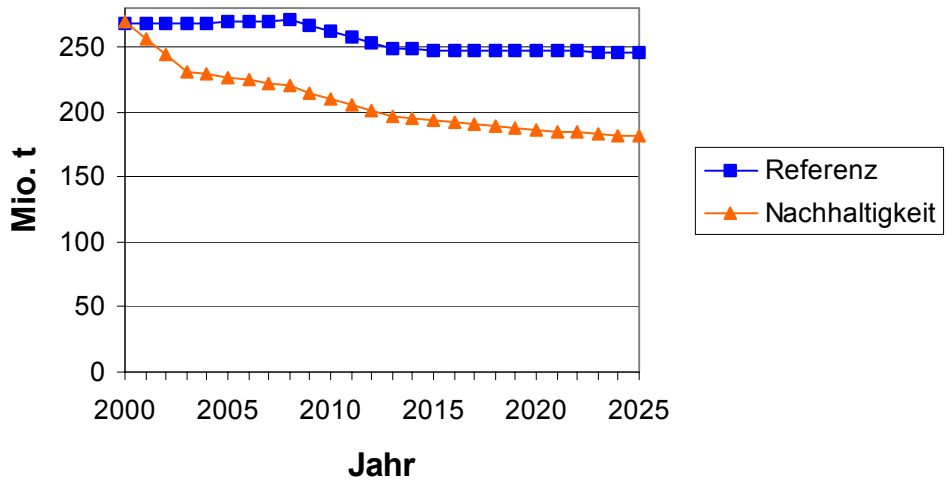
In der nachfolgenden Abbildung ist die Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen für Bauen und Wohnen in Deutschland nach den beiden Szenarien aufgeführt. Es werden in der Ergebnisgraphik alle mineralischen Rohstoffe, die für den Bau und die Instandhaltung von Wohngebäuden und die innere Erschließung von Wohngebieten (Verkehrserschließungsflächen, Abwasserkanäle etc.) notwendig sind, summiert.[133] Im Referenzszenario sinkt die Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen[134] zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2025 nur unwesentlich von 269 Mio. t/a auf 246 Mio. t/a. Der im Bereich der Jahre 2008 bis 2013 erkennbare moderate Rückgang des Rohstoffbedarfs im Referenzszenario lässt sich durch den Rückgang der Wohnungsneubauaktivitäten und Veränderungen des Mix an Neubaushaustypen in diesem Zeitraum erklären.[135] Im Nachhaltigkeitsszenario ist zwischen dem Jahr 2000 und dem Jahr 2025 ein Rückgang um rund 33 % auf 180 Mio. t/a zu verzeichnen. Trotz dieses deutlichen Rückgangs fällt auf, dass im Vergleich zur täglichen Flächeninanspruchnahme der Rückgang bei der Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen deutlich geringer ausfällt. Anhand der nachfolgenden Szenarienergebnisse kann deutlich gemacht werden, dass mit Hilfe der Analysemöglichkeiten des Stoffstrommodells BASiS-2 die Ursachen hierfür herausgearbeitet werden können.

[133] Relativ geringe Anteile der gesamten Rohstoffinanspruchnahme (< 0,5 %) werden durch die Nachfrage nach Heizenergie über vorgelagerte Prozessketten (Kalk zur Rauchgasentschwefelung etc.) verursacht. Sie sind in der Abbildung 6.15 und den nachfolgenden Abbildungen nicht berücksichtigt.

[134] Im Ausgangsjahr wird die Inanspruchnahme durch folgende mineralische Rohstoffe anteilig verursacht: Kies/Sand (ca. 77 %), Ton/Mergel (ca. 19 %), Kalkstein (ca. 2 %), Sonstige (Natursteine, Gips): (ca. 2 %).

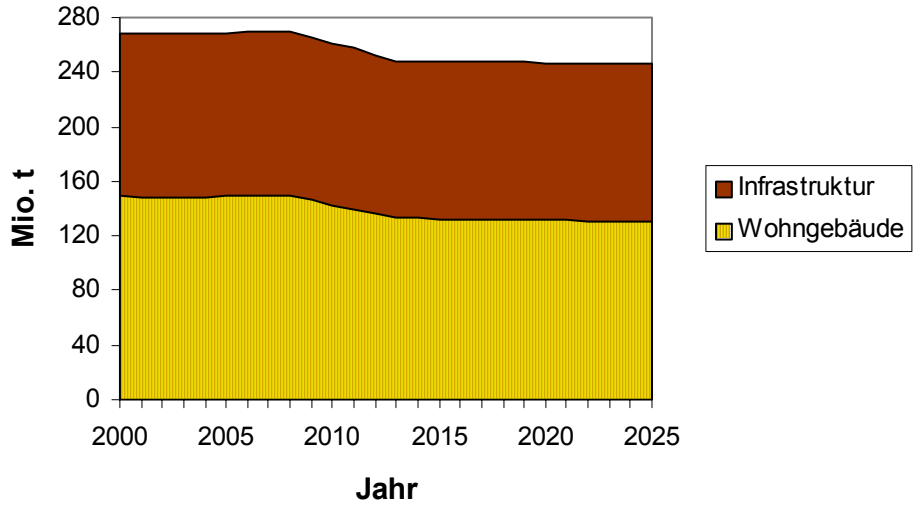
[135] Das Referenzszenario orientiert sich an der Wohnungsprognose von BBR/IÖR (BBR/IÖR 2001).

Abbildung 6.15 Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen für Bauen und Wohnen in Deutschland (Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario)



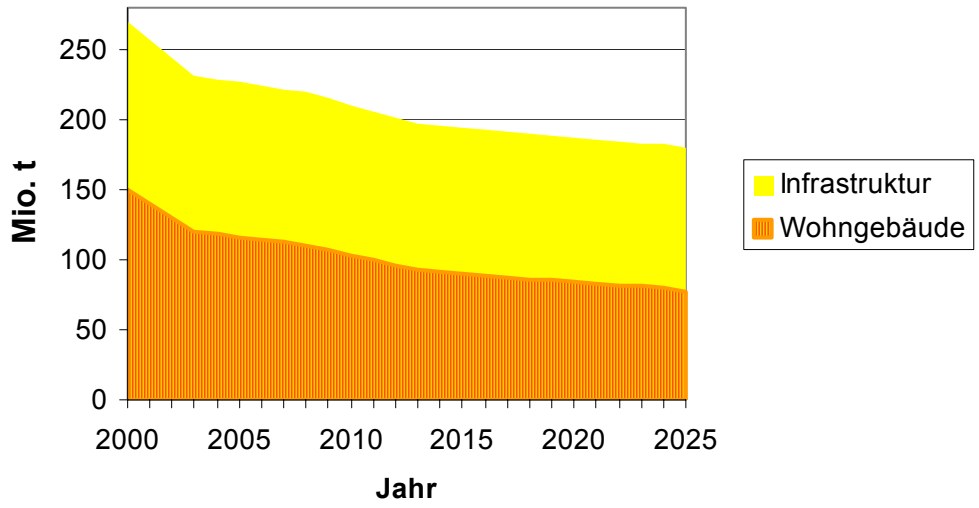
In Abbildung 6.16 ist die Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen für das Referenzszenario mit und ohne Berücksichtigung der Infrastruktur aufgeführt. Aus der Graphik wird deutlich, dass die Rohstoffinanspruchnahme für das Hochbausegment (Wohnhäuser) und das Tiefbausegment (Verkehrserschließungsflächen und Ver- und Entsorgungsleitungen) in einer vergleichbaren Größenordnung liegt.

Abbildung 6.16 Referenzszenario: Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude und technische Infrastruktur



In der Abbildung 6.17 sind die entsprechenden Ergebnisse für das Nachhaltigkeitsszenario aufgeführt. Es wird deutlich, dass der Rückgang des Einsatzes von mineralischen Rohstoffen in diesem Szenario bis 2025 in erster Linie im Segment der Wohngebäude und nicht bei der Infrastruktur stattfindet.

Abbildung 6.17 Nachhaltigkeitsszenario: Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude und technische Infrastruktur



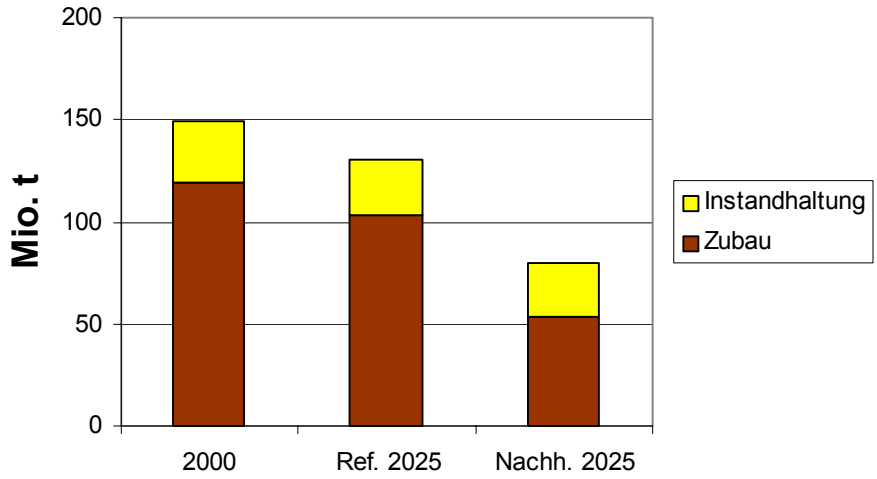
In der Abbildung 6.18 ist zur weiteren Interpretation des Gesamtergebnisses (vgl. Abbildung 6.15) der Einsatz von mineralischen Rohstoffen innerhalb der beiden Szenarien für Wohngebäude dargestellt. Es wird jeweils in die Segmente „Rohstoffeinsatz beim Neubau von Wohngebäuden“ und „Rohstoffeinsatz für die Instandhaltung des jeweiligen Wohngebäudebestandes[136]“ unterschieden. Es zeigt sich, dass im Ausgangsjahr 2000 der Neubau (Zubau) von Wohngebäuden ca. 80 % der Rohstoffinanspruchnahme verursacht. Dies ändert sich im Referenzszenario bis zum Ende des Szenariozeitraums nur unwesentlich. Dagegen kann für das Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 ein starker Rückgang des Rohstoffeinsatzes für den Zubau festgestellt werden. Der Rückgang des gesamten Einsatzes an mineralischen Rohstoffen im Nachhaltigkeitsszenario kann also auf den veränderten Neubau von Wohngebäuden zurückgeführt werden. Hier drücken sich vor allem die Szenarioannahmen zu flächensparenden Bauweisen (höherer Anteil Geschosswohnungsbau und Reihenhäuser im Vergleich zum Referenzszenario) und der geringere absolute Neubau von WE aus.

Die deutlich intensivere wärmetechnische Sanierung (Nachdämmung) des Wohngebäudebestandes im Nachhaltigkeitsszenario wirkt sich im Teilbeitrag Instandhaltung nur marginal aus. Im Nachhaltigkeitsszenario werden im Jahr 2025 nur gut 0,2 Mio. t mehr mineralische Rohstoffe für Instandhaltung benötigt als im Referenzszenario. Dieses Ergebnis lässt sich einerseits dadurch erklären, dass die reguläre Instandhaltung der Gebäudesubstanz im engeren Sinne (z.B. Erneuerung von Putz, Estrich etc., hier unterscheiden sich die Szenarien nicht in ihren Annahmen) erheblich mehr mineralische Rohstoffe in Anspruch nimmt als die wärmetechnische Sanierung.

[136] Inklusive des Rohstoffeinsatzes, welcher durch die wärmetechnische Sanierung des Wohngebäudebestandes verursacht wird.

Dabei ist weiterhin zu berücksichtigen, dass erhebliche Anteile der eingesetzten Dämmstoffe nicht aus mineralischen Rohstoffen (diverse Dämmstoffe basieren auf Polystyrol) hergestellt werden. Schließlich muss die geringe Dichte der eingesetzten Dämmstoffe (häufig deutlich geringer als 50 kg/m^3) berücksichtigt werden, welche nur einen moderaten Rohstoffbedarf bedingt.

Abbildung 6.18 Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude



Aus Abbildung 6.19 ist zu erkennen, dass bei der Infrastruktur klar der Rohstoffeinsatz[137] für die Instandhaltung dominiert. Dies ist ein wichtiges Ergebnis, da es aufzeigt, wie sich vergangene Aktivitäten für den Aufbau der Infrastruktur in der Zukunft auswirken und hierdurch Spielräume für die Reduzierung von Umweltinanspruchnahme (hier: Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen) begrenzt werden. Da das Ausmaß der Instandhaltungsaufwendungen über den Szenariozeitraum von der im Ausgangsjahr vorhandenen Infrastruktur abhängt, unterscheiden sich die Ergebnisse der Szenarien im Jahr 2025 für die Instandhaltung nicht.[138] Der für den Erhalt der Infrastruktur erforderliche Materialaufwand ist so groß, dass der Unterschied der Einsatzmengen an mineralischen Rohstoffen für die Infrastruktur der inneren Erschließung zwischen den Szenarien relativ klein ist. Der Instandhaltungsaufwand wächst mit dem Ausbau der Infrastruktur – beispielsweise durch fortgesetzte Zersiedelung – weiter an. Damit geben wir kommenden Generationen nicht

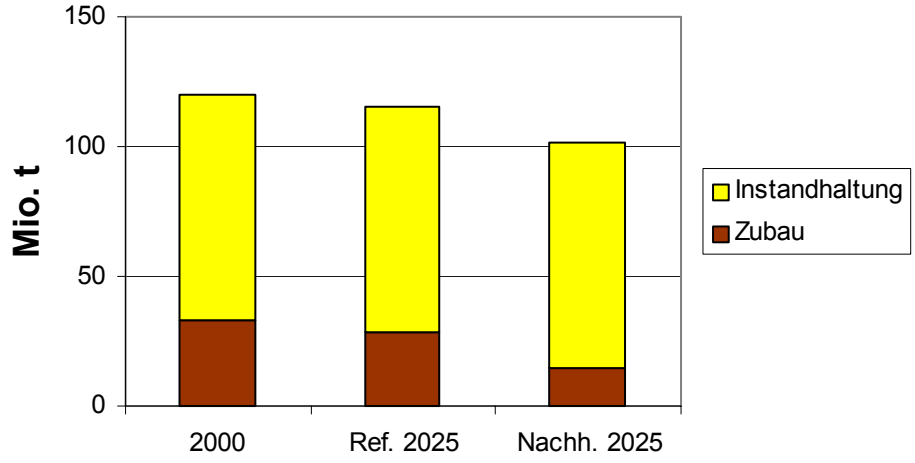
[137] Vereinfachend wurde für die Szenarien festgelegt, dass die Errichtung von Bauelementen im Bereich der Infrastruktur ausschließlich aus Primärrohstoffen erfolgt. Diese Festlegung geschah zum einen aufgrund nicht vorhandener Daten (es existiert keine Statistik, welche den Einsatz von mineralischen Sekundärrohstoffen spezifisch für den Bereich der inneren Erschließung von Wohngebieten konkretisiert). Außerdem muss trotz der allgemein hohen Verwertungsquoten von mineralischen Sekundärrohstoffen für den Einsatz im Tiefbau berücksichtigt werden, dass der jährliche Bedarf an Rohstoffen für die Bauwirtschaft das Angebot an Baurestmassen (die Quelle für mineralische Sekundärrohstoffe) um ein Mehrfaches übersteigt (Enquete 1998, Hissnauer 1997).

[138] Vereinfachend wurde für BASiS-2 festgelegt, dass Infrastruktur, die nach dem Ausgangsjahr 2000 errichtet wird, während des Szenariozeitraums nicht in Stand gehalten wird. Längerfristig betrachtet (d. h. über 2025 hinaus) muss die nach 2000 errichtete Infrastruktur ebenfalls in Stand gehalten werden. Damit würde sich die „Schere“ zwischen den beiden Szenarien bezüglich des Rohstoffbedarfs für Infrastruktur noch weiter öffnen, da nach den Szenarien Infrastruktur in unterschiedlichem Ausmaß zugebaut wird.

nur ein gewisses (steigendes) Maß an notwendiger Ressourceninanspruchnahme vor, sondern auch an Kosten, die aufzubringen sind, wenn die Infrastruktur (Straßen, Leitungsnetze) in Stand gehalten wird.

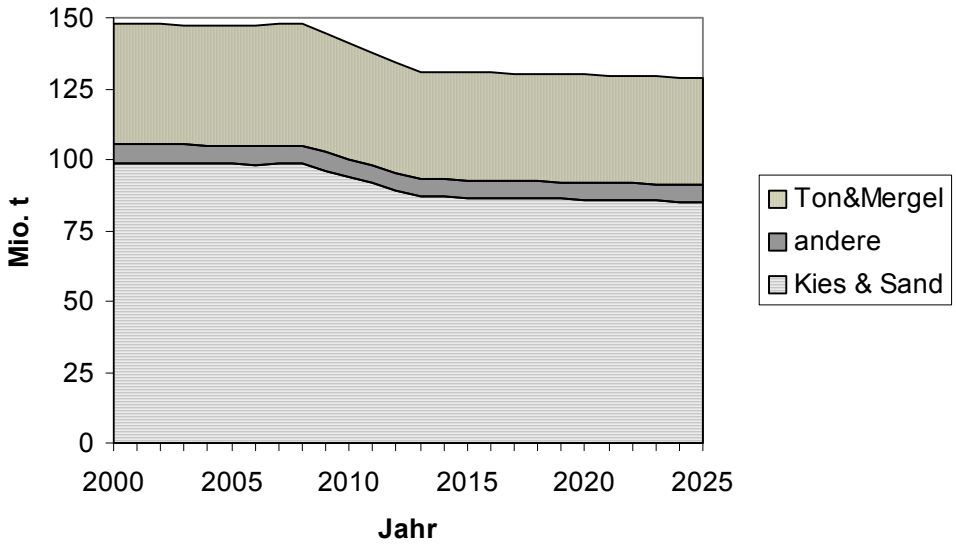
Am Beispiel der Detailanalyse des Einsatzes von mineralischen Rohstoffen wird die Flexibilität des Stoffstrommodells BASiS-2 deutlich, die über Szenarienrechnungen mit bei Bedarf abschaltbaren Teilbereichen (z. B. Berechnung nur Zubau, Berechnung nur Infrastruktur) eine tiefergehende Interpretation der Ergebnisse ermöglicht.

Abbildung 6.19 Einsatz von mineralischen Rohstoffen für Infrastruktur der inneren Erschließung



Mit Hilfe von BASiS-2 kann nicht nur der Gesamteinsatz an mineralischen Rohstoffen und der Einsatz für verschiedene Segmente in den jeweiligen Szenarien ermittelt werden, sondern es besteht weiterhin die Möglichkeit, den Einsatz von einzelnen Rohstoffen und Rohstoffgruppen abzubilden. In der nachfolgenden Abbildung 6.20 sind als Beispiel die Ergebnisse des Referenzszenarios hinsichtlich des Einsatzes von mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude, unterteilt nach den Rohstoffgruppen Kies/Sand, Ton/Mergel sowie „andere“ (Gips, Kalkstein, Natursteine) aufgeführt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Massenrohstoffe Kies/Sand nach Mengengesichtspunkten die größte Relevanz haben, gefolgt von Ton/Mergel. Andere mineralische Rohstoffe haben für Wohngebäude nach Mengengesichtspunkten nur eine untergeordnete Bedeutung. Dramatische Verschiebungen der Anteile der einzelnen Rohstoffgruppen über den Szenariozeitraum sind nicht erkennbar.

Abbildung 6.20 Referenzszenario: Einsatz von verschiedenen mineralischen Rohstoffen für Wohngebäude



In Abbildung 6.21 ist der Einsatz von Betonrezyklat[139] und mineralischen Primärrohstoffen für Wohngebäude (ohne Infrastruktur) im Ausgangsjahr sowie für das Jahr 2025 (Referenzszenario sowie Nachhaltigkeitsszenario) anteilig dargestellt. Im Falle des Referenzszenarios wird bis zum Ende des Szenariozeitraums (2025) der Einsatz von Betonrezyklat nur eine geringe Bedeutung (ca. 2 %) erlangen. Dies liegt einerseits an der unterstellten geringen Marktdurchdringung dieses Sekundärrohstoffs und andererseits an dem nur moderaten Rückgang des Gesamteinsatzes mineralischer Primärrohstoffe bis 2025 im Referenzszenario (vgl. Abbildung 6.18).

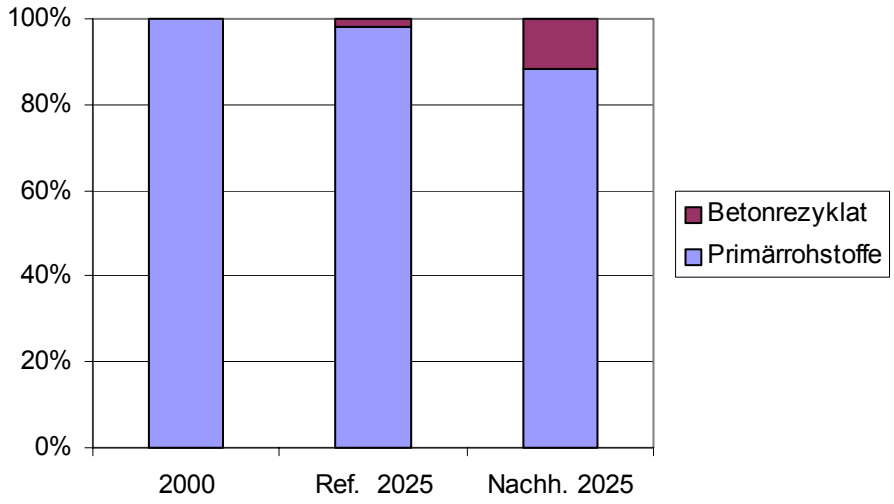
Die entsprechende Szenarioannahme im Nachhaltigkeitsszenario, die einen stetig wachsenden Anteil von Betonrezyklat als Zuschlagstoff für die Betonherstellung (anstelle von Kies/Sand) unterstellt, macht sich im Ergebnis für das Jahr 2025 bemerkbar. Da für den Wohnungsbau viele weitere Baustoffe neben Beton Relevanz haben (Ziegel, Porenbeton, Kalksandstein, Mörtel, Putze etc.)[140], bewirkt die Szenarioannahme insgesamt gesehen nur einen moderaten Ersatz von Primärroh-

[139] Für die Bilanzierung des Einsatzes von Betonrezyklat in BASiS-2 wird unterstellt, dass für den Szenariozeitraum, die über die Szenarioannahmen nachgefragten Mengen dieses Sekundärrohstoffs in ausreichender Menge zur Verfügung stehen. Es wird davon ausgegangen, dass das Material durch zunehmenden Abbruch von Nichtwohngebäuden aus der Nachkriegszeit (Bürogebäude etc) in steigenden Mengen anfallen wird. Hintergrund dieser Überlegung ist die Tatsache, dass Nichtwohngebäude dieser Altersklasse in hohem Masse in Stahlbetonbauweise errichtet wurden und diese in den kommenden Jahren aufgrund der veränderten Nutzerbedürfnisse im gewerblichen Bereich verstärkt abgerissen werden (vgl. Öko-Institut 2000a); d.h. steigende Mengen hochwertigen Betonabbruchs dem Sekundärmarkt zur Verfügung stehen werden. Umweltbelastungen durch den Abbruch der Gebäude und die Aufbereitung des Abbruchbetons wurden bei der Bilanzierung in BASiS-2 vernachlässigt, da davon auszugehen ist, dass die entsprechenden Aufwendungen auch ohne Einsatz im Wohnungsbau erfolgen und daher außerhalb der Systemgrenzen der Bilanzierung liegen.

[140] Das Recycling dieser Baustoffe für vergleichbar hochwertige Anwendungen wie Betonherstellung ist aus logistischen (vermischter Anfall beim Abriss) und technischen Gründen in großem Maßstab erheblich schwieriger realisierbar. Daher wurde nur die Szenarioannahme zum Betonrecycling unterstellt.

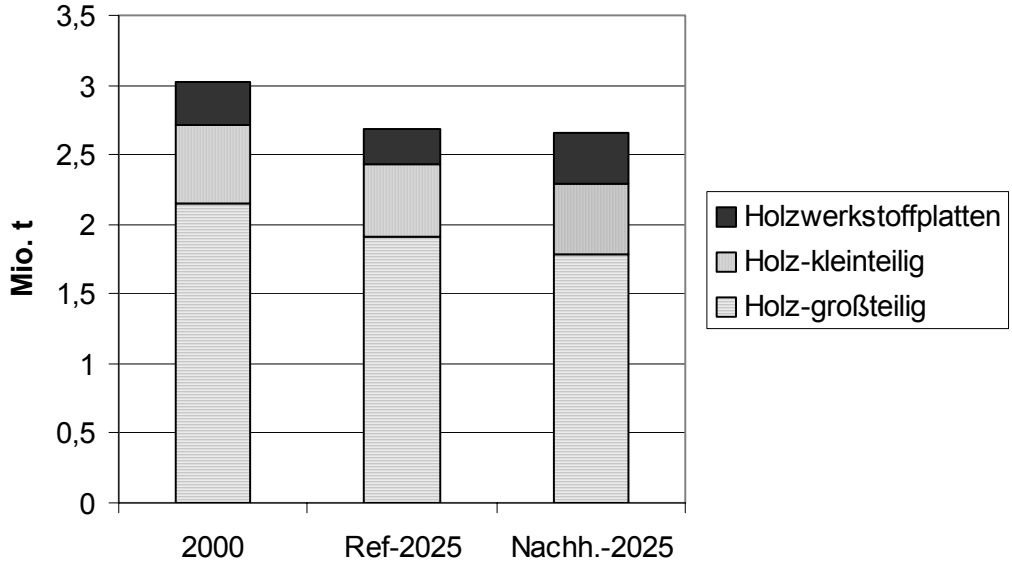
stoffen. Dennoch stellt Betonrezyklat beim Nachhaltigkeitsszenario im Jahr 2025 über 12 % des Gesamteinsatzes an mineralischen Rohstoffen für den Wohnungsbau. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Referenzszenario der Einsatz von Primärrohstoffen für den Bereich der Wohngebäude bis 2025 insgesamt erheblich deutlicher sinkt (vgl. Abbildung 6.18). Damit wird eine weitere interessante Perspektive für nachhaltiges Bauen und Wohnen im Sinne der Ressourcenschonung aufgezeigt.

Abbildung 6.21 Einsatz von Betonrezyklat und mineralischen Primärrohstoffen für Wohngebäude in %



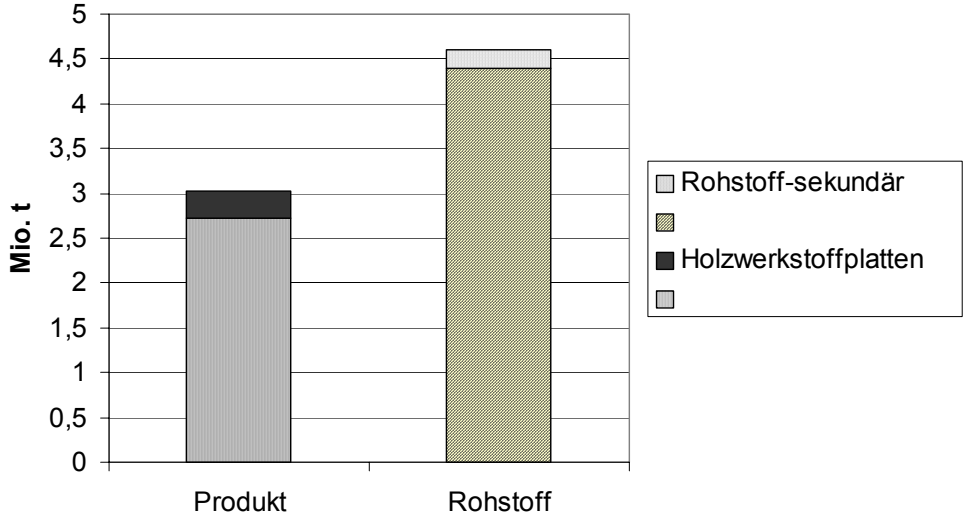
Mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 kann nicht nur die Inanspruchnahme verschiedener Rohstoffe über den Szenariozeitraum für unterschiedliche Szenarien ermittelt werden. Ebenso lässt sich der Einsatz von verschiedenen Baustoffen bilanzieren und analysieren. In Abbildung 6.22 ist der Einsatz von verschiedenen Holzprodukten im Ausgangsjahr 2000 sowie für die beiden Szenarien im Jahr 2025 wiedergegeben. Auffällig an den Ergebnissen ist, dass der Einsatz von Holzprodukten bis 2025 in beiden Szenarien gegenüber dem Jahr 2000 moderat zurückgeht. Die eingesetzte Masse an Holzprodukten liegt im Jahr 2025 für beide Szenarien nahezu in gleicher Größenordnung. Dies überrascht zunächst, da im Nachhaltigkeitsszenario der Anteil von Holzhäusern beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern bis zum Jahr 2025 auf 50 % wächst, während er beim Referenzszenario konstant bei 5 % bleibt. Die Ursache liegt darin begründet, dass das Neubauvolumen im Nachhaltigkeitsszenario gegenüber dem Referenzszenario insgesamt geringer ist und der Anteil der Ein- bis Zweifamilienhäuser zu Gunsten des Geschosswohnungsbaus abnimmt. Außerdem darf der Holzeinsatz beim Bau konventioneller Wohngebäude (Massivbauweise) nicht unterschätzt werden.

Abbildung 6.22 Einsatz von Holzprodukten[141] für Wohngebäude



In Abbildung 6.23 ist der Einsatz von Holzprodukten und die für ihre Herstellung benötigte Holzmenge für das Jahr 2000 aufgeführt.[142] Der eingesetzte Rohstoff Holz ist in primäre (erntefeuchtes Holz) und sekundäre Rohstoffe (Nutzung von Holzreststoffen wie Sägespänen etc.) unterteilt. Die absolute Differenz in Tonnen zwischen Rohstoff und Holzprodukten lässt sich durch die Verarbeitungsketten (Anfall von Restholz, Feuchtigkeitsverluste) erklären.

Abbildung 6.23 Einsatz von Holzprodukten und dafür benötigte Rohstoffmenge (Holz) bei Wohngebäuden im Jahr 2000

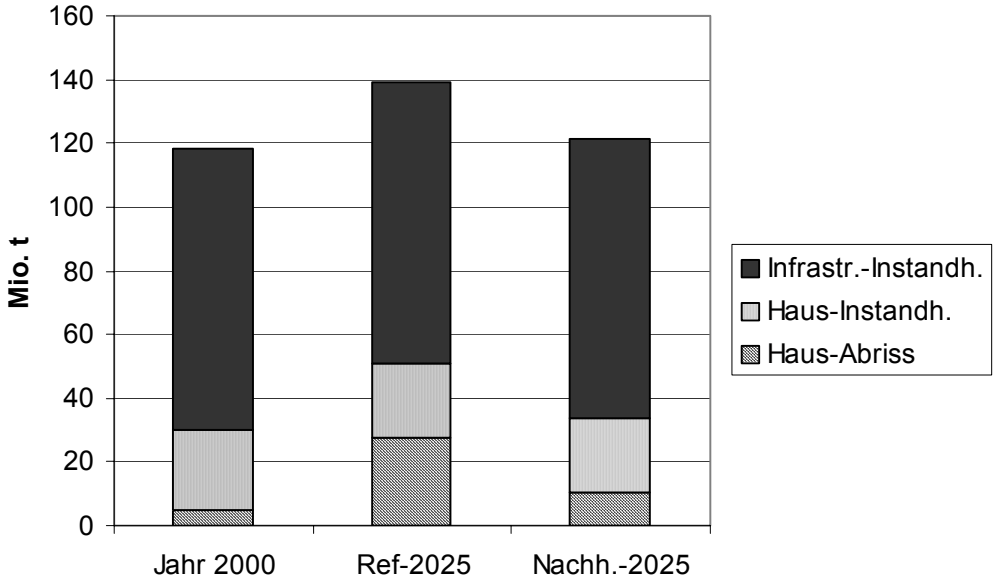


[141] Holzwerkstoffplatten fassen Spanplatten und Weichfaserplatten zusammen. Holz-kleinteilig umfasst Brettholz für unterschiedliche Anwendungen (Innentüren, Dachausbau etc.). Holz-großteilig umfasst massives Kantholz (z.B. für Dachbalken).

[142] Wie alle Ergebnisse können die Werte in Abbildung 6.23 mit BASiS-2 für alle Jahre im Szenariozeitraum und alle Szenarien berechnet werden.

In der nachfolgenden Abbildung 6.24 ist der Bauschuttanfall[143] aus der Instandhaltung und dem Abriss von Wohngebäuden und der Instandhaltung der Infrastruktur[144] im Bereich der inneren Erschließung (Straßenaufbruch, alte Kanalrohre etc.) abgebildet. Die linke Säule zeigt, dass im Ausgangsjahr 2000 insgesamt fast 120 Mio. t als Bauschutt aus dem Bereich Wohnen angefallen sind. Der größte Anteil wird durch die Instandhaltung der Infrastruktur verursacht. Es folgt der Anfall von Bauschutt aus der Instandhaltung des Wohnungsbestandes. Der Abriss von Wohngebäuden trägt im Ausgangsjahr lediglich zu 5 Mio. t Bauschutt bei. Im Referenzszenario wächst der Bauschuttanfall bis zum Jahr 2025 auf fast 140 Mio. t/a an. Verantwortlich hierfür sind die forcierten Abrissmaßnahmen an Wohngebäuden. Gegenüber dem Ausgangsjahr (ca. 5 Mio. t) steigt der Bauschuttanfall durch Abriss von Wohngebäuden auf nahezu 28 Mio. t im Jahr 2025. Demgegenüber bleibt im Nachhaltigkeitsszenario der Bauschuttanfall insgesamt weitgehend konstant. Der Bauschuttanfall durch Abriss von Wohngebäuden steigt im Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Referenzszenario nur moderat auf ca. 10 Mio. t im Jahr 2025.

Abbildung 6.24 Bauschuttanfall durch Instandhaltung und Abriss von Wohngebäuden und Instandhaltung technischer Infrastruktur



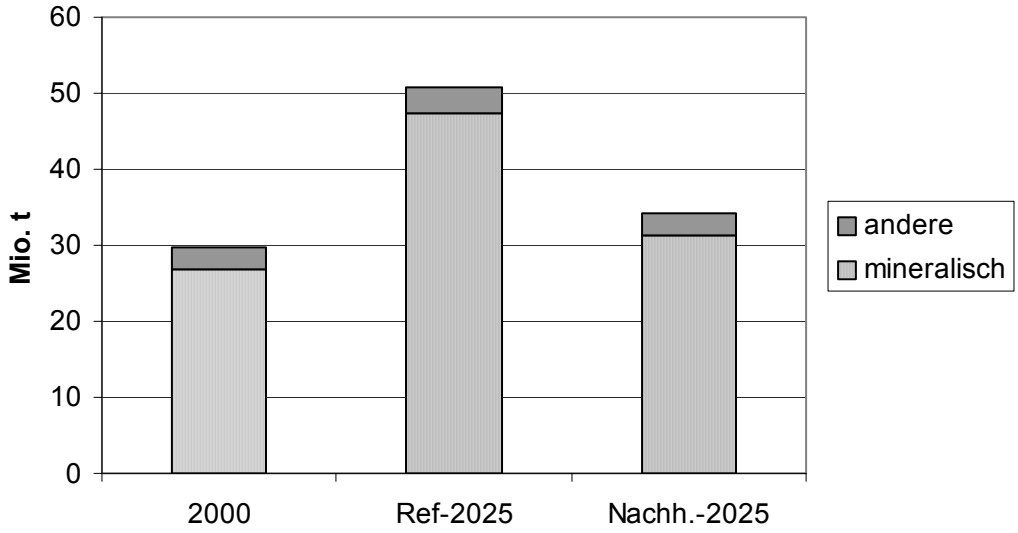
In Abbildung 6.25 ist die Bauschuttmenge, welche durch Instandhaltung und Abriss von Wohngebäuden anfällt, weiter differenziert dargestellt, da sich in diesem Segment Unterschiede zwischen den Szenarien gezeigt haben. Der Bauschuttanfall ist zu einer weitergehenden Analyse in die mineralische Fraktion und in die Summe der sonstigen Bestandteile wie Holz, Glas, Metalle, Kunststoff etc. unterteilt. Wie zu

[143] Vereinfachend ist in den folgenden Ausführungen unter Bauschutt auch Straßenaufbruch subsummiert (in der Baupraxis werden die beiden Begriffe getrennt verwendet).

[144] Ein Abriss von Infrastruktur im Sinne einer Totalentfernung (vgl. Abriss von Gebäuden) wird in den Szenarien nicht unterstellt, da dieser in der Praxis nicht von Bedeutung ist.

erwarten, dominiert die mineralische Fraktion den Bauschuttanfall deutlich. Im Jahr 2000 sowie für das Nachhaltigkeitsszenario im Jahr 2025 beträgt der Anteil der nichtmineralischen Fraktion ca. 10 %. Im Referenzszenario sinkt bis zum Jahr 2025 der Anteil der nichtmineralischen Fraktion auf unter 7 % des Bauschuttanfalls. Dies wird durch die höheren Abrissaktivitäten im Referenzszenario verursacht. Der Komplettabriss ganzer Gebäude umfasst große Massen an Wänden, Decken etc., die überwiegend aus mineralischen Materialien bestehen.

Abbildung 6.25 Bauschuttaufkommen durch Instandhaltung und Abriss von Wohngebäuden

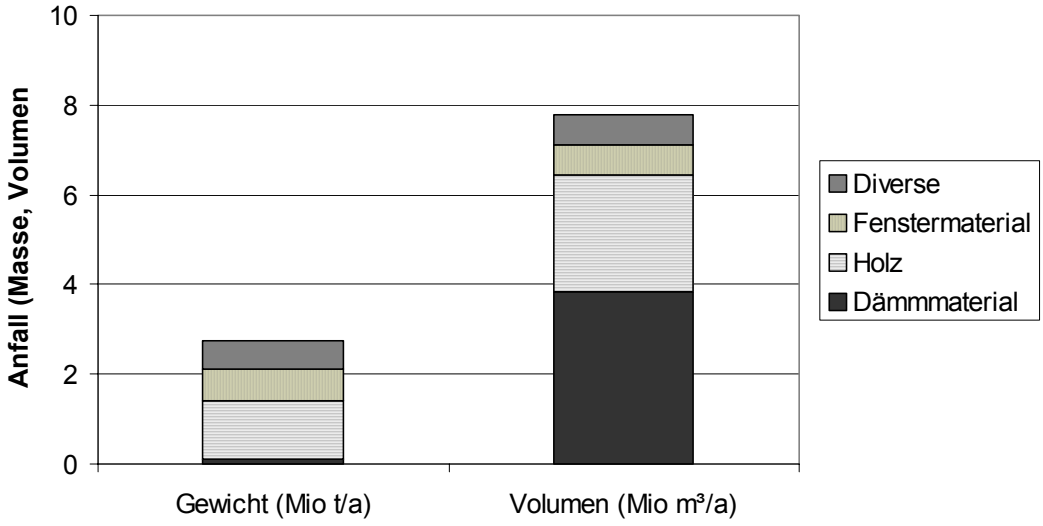


Mit BASiS-2 können auch die Einzelfraktionen (Holz, Dämmmaterial, Fenstermaterial[145] etc.) des Bauschutts ermittelt werden. Als Beispiel ist die Aufteilung der nichtmineralischen Fraktion für das Startjahr 2000 in Abbildung 6.26 nach Masse und Volumen ausgewiesen, die mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 errechnet worden ist. Deutlich erkennbar ist das große Volumen der nichtmineralischen Fraktion im Verhältnis zur Masse.[146] Dies ist für kreislaufwirtschaftliche Fragestellungen wichtig, da die entsprechende Verwertungs- bzw. Entsorgungslogistik heute und zukünftig an dem Volumen des anfallenden Materials ausgerichtet werden muss. Besonders augenfällig ist dies am Beispiel der Einzelfraktion Dämmmaterial erkennbar. Die Bedeutung dieser Fraktion für die Kreislaufwirtschaft wird erst bei Berücksichtigung des Volumens angemessen transparent.

[145] Fenster fallen als Verbundelemente an, welche wiederum aus Glas, Holz, Metall und Kunststoff bestehen. Sie sind in Abbildung 6.26 als eine Fraktion aufgeführt.

[146] Für die mineralische Fraktion des Bauschutts kann aufgrund der hohen Dichten des Materials (z. B. Beton > 2 t/m^3) von einem erheblich größeren Masse/Volumen-Verhältnis ausgegangen werden.

Abbildung 6.26 Aufteilung der nichtmineralischen Fraktion im Bauschutt für das Jahr 2000

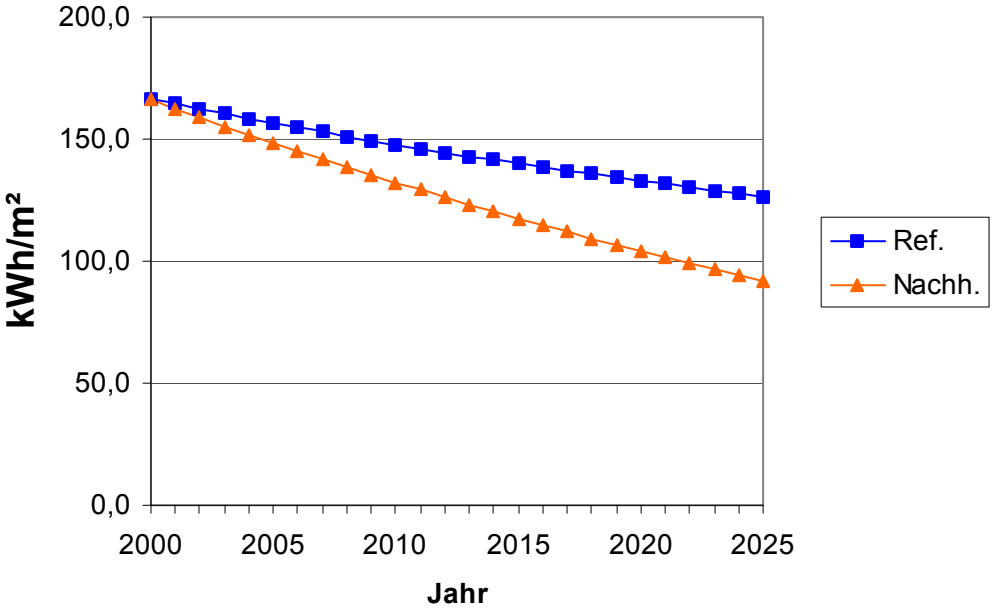


6.4 Energieinanspruchnahme und Kohlendioxidemissionen

6.4.1 Ergebnisse des Referenz- und des Nachhaltigkeitsszenarios

Ein großer Teil der gesamten Energieinanspruchnahme und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen im Bereich „Bauen und Wohnen“ ist der Heizenergie zuzuschreiben. In der folgenden Graphik ist der durchschnittliche spezifische Nutzwärmebedarf (in kWh pro m^2 Wohnfläche) für die Beheizung des Wohnungsbestandes in Deutschland über den Szenariozeitraum dargestellt. Im Referenzszenario sinkt dieser Wert von ca. 167 kWh/m^2 (im Jahr 2000) auf rund 127 kWh/m^2 im Jahr 2025 ab. Im Nachhaltigkeitsszenario wird bis zum Jahr 2025 ein durchschnittlicher Wert von ca. 92 kWh/m^2 erreicht. Diese Ergebnisse gründen sich auf die unterschiedlich intensive wärmetechnische Sanierung der Wohngebäude und die verschiedenen wärmetechnischen Standards des Wohnungsneubaus (höherer Anteil Passivhäuser im Nachhaltigkeitsszenario). Das Nachhaltigkeitsszenario erweist sich nach diesem Ergebnis unter Effizienzgesichtpunkten (effiziente Verwendung von Energie) als deutlich vorteilhafter im Vergleich zum Referenzszenario. Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es jedoch weiterhin zu bedenken, dass in beiden Szenarien (wenn auch unterschiedlich ausgeprägt) die Summe der zu beheizenden Wohnfläche bis 2025 deutlich zunimmt (vgl. Abbildung 6.3).

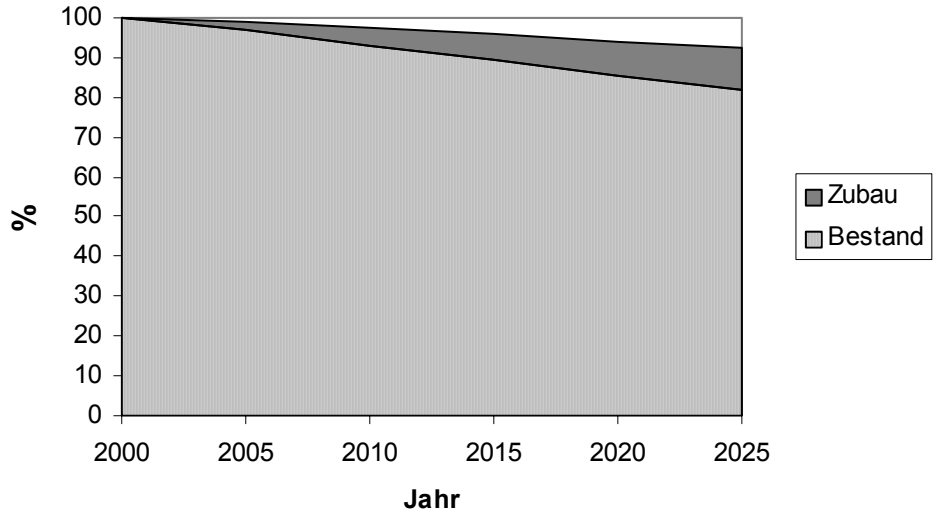
Abbildung 6.27 Spezifischer Nutzwärmebedarf der Wohngebäude in Deutschland



Eine zentrale Frage bei der Auswertung der Szenarienergebnisse ist der Einfluss der wärmetechnischen Bestandssanierung, d. h. der Dämmung der Gebäudehülle, des Einbaus besserer Fenster etc., auf die Reduzierung der Energieinanspruchnahme. Die Antwort lässt sich mit Hilfe des Stoffstrommodells BASiS-2 durch den Parameter Nutzwärmebedarf beantworten, da dieser unabhängig von der Wahl des Energieträgers (Kohle, Gas, Heizöl, Strom, Biomasse etc.) sowie der Art und Qualität des Heizungssystems ist. In Abbildung 6.28 ist die Entwicklung des Nutzwärmebedarfs für das Referenzszenario im Vergleich zum Ausgangsjahr (Jahr 2000 = 100) differenziert nach dem Wohnungsbestand und dem kumulierten Zubau zwischen 2000 und 2025 aufgeführt. Es zeigt sich, dass vor allem durch wärmetechnische Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2025 der Nutzwärmebedarf des Wohnungsbestandes um 18 % reduziert wird[147]. Da der Nutzwärmebedarf des kumulierten Zubaus bis 2025 10 %, bezogen auf den Startwert im Jahr 2000, ausmacht, resultiert insgesamt lediglich eine moderate Reduzierung von 8 % bis zum Jahr 2025.

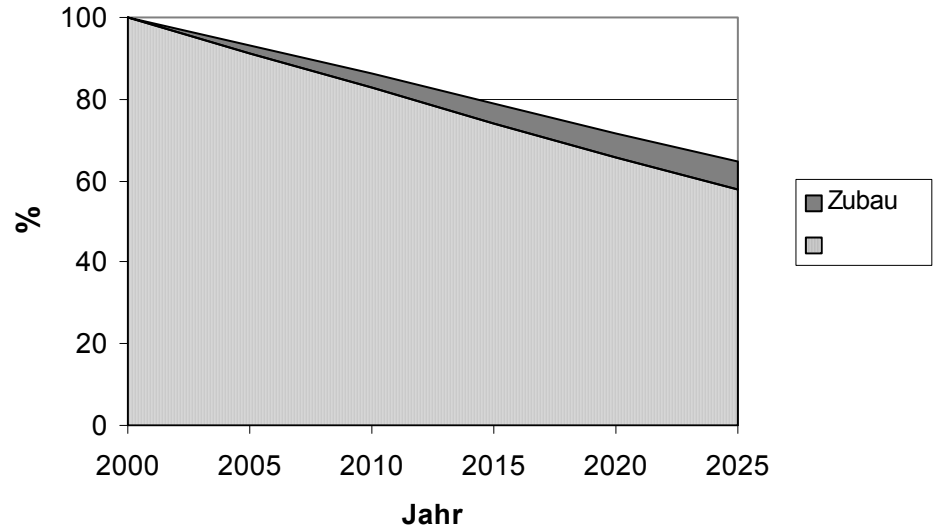
[147] Ein kleiner Anteil der Reduzierung des Nutzwärmebedarfs des Wohnungsbestandes ist im Referenzszenario auf den kumulierten Abgang durch Umwidmung und Abriss zurückzuführen: rund 4 Prozentpunkte von den 18 Prozentpunkten. Im Nachhaltigkeitsszenario (vgl. Abbildung 6.29) ist der kumulierte Abgang durch Umwidmung und Abriss deutlich geringer. Der entsprechende Effekt auf die Reduzierung des Nutzwärmebedarfs des Wohnungsbestandes ist entsprechend ebenfalls geringer (nur ca. 2 Prozentpunkte).

Abbildung 6.28 Entwicklung des Nutzwärmebedarfs im Referenzszenario (Jahr 2000 = 100 %)



Im Nachhaltigkeitsszenario wird im Vergleich zum Referenzszenario die wärmetechnische Gebäudesanierung erheblich forciert. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6.29 dargestellt. Der Nutzwärmebedarf des Wohngebäudebestandes sinkt in diesem Szenario bis 2025 um 42 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2000. Trotz des Nutzwärmebedarfs des kumulierten Zubaus bis 2025 (+ 7 %) sinkt bis 2025 der Nutzwärmebedarf insgesamt um 35 % gegenüber dem Ausgangsjahr 2000. Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Abbildung 6.28 mit den Ergebnissen der Abbildung 6.29 wird deutlich, dass der wärmetechnischen Sanierung des Gebäudebestandes das überragende Potential bei der Reduzierung des Energiebedarfs für das Beheizen der Wohngebäude zukommt.

Abbildung 6.29 Entwicklung des Nutzwärmebedarfs im Nachhaltigkeitsszenario (Jahr 2000 = 100 %)



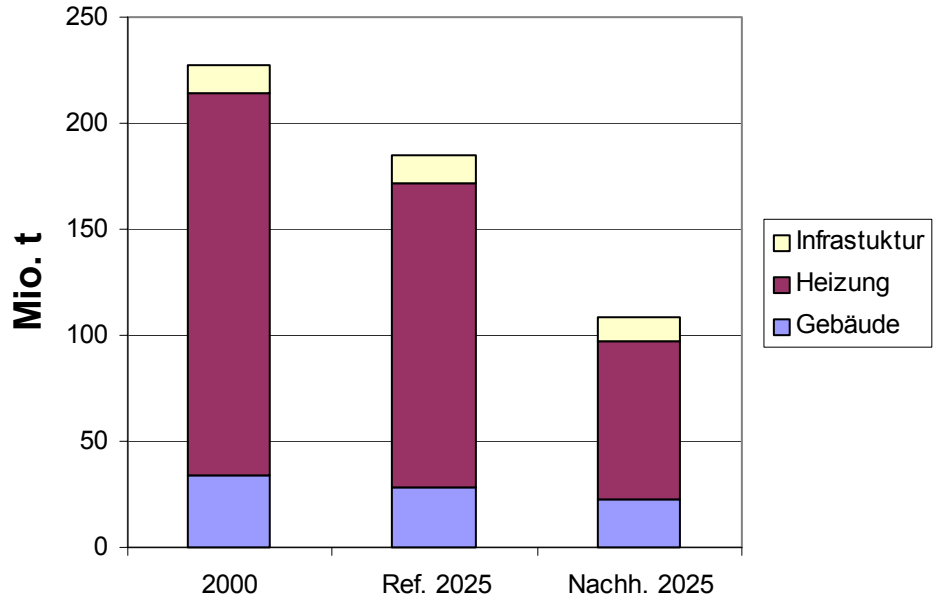
In der nachfolgenden Abbildung 6.30 sind die Szenarioergebnisse hinsichtlich der Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid aufgeführt. Die Ergebnisse sind differenziert nach den Bereichen „Heizung“ (CO_2-Emissionen durch die Beheizung der Wohngebäude), „Gebäude“ (CO_2-Emissionen aus vorgelagerten Prozessketten wie z. B. Zementherstellung etc. für die Errichtung, Sanierung und Instandhaltung der Wohngebäude) sowie „Infrastruktur“ (Neubau und Instandhaltung) dargestellt. Es wird deutlich, dass die Beheizung der Wohngebäude den größten Anteil an den Kohlendioxidemissionen des Bereiches „Bauen und Wohnen“ verursacht. Sowohl im Referenzszenario als auch im Nachhaltigkeitsszenario sind bis zum Ende des Szenariozeitraums (Jahr 2025) verringerte Kohlendioxidemissionen festzustellen. Der Rückgang der klimarelevanten Emissionen ist allerdings im Nachhaltigkeitsszenario erheblich stärker ausgeprägt.[148] Der Beitrag des Segments „Infrastruktur“ ist – anders als bei der Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen – für die Kohlendioxidemissionen von untergeordneter Bedeutung.

Der größte Minderungsbeitrag wird im Nachhaltigkeitsszenario im Bereich „Heizung“ erzielt. Sowohl die forcierte wärmetechnische Sanierung des Gebäudebestandes als auch der veränderte Mix der (technisch verbesserten) Heizungssysteme (größerer Anteil von Biomasse sowie Fern- und Nahwärme etc.) trägt hierzu wesentlich bei. Beide „Stellschrauben“ sind im Nachhaltigkeitsszenario zu nahezu gleichen Anteilen an der starken Minderung der Kohlendioxidemissionen für den Teilbereich Heizung (rund 58 % weniger bis 2025) beteiligt (vgl. Kapitel 6.4.2).

Insgesamt (Summe der Kohlendioxidemissionen aus den Teilbereichen Heizung, Neubau und Instandhaltung von Infrastruktur, Neubau, Sanierung und Instandhaltung der Wohngebäude) sinkt im Nachhaltigkeitsszenario der jährliche Ausstoß von Kohlendioxid bis 2025 auf 109 Mio. t. Im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000 (227 Mio. t/a) bedeutet dies eine Reduzierung um über 50 % (zur Diskussion der Ergebnisse siehe Kapitel 6.5).

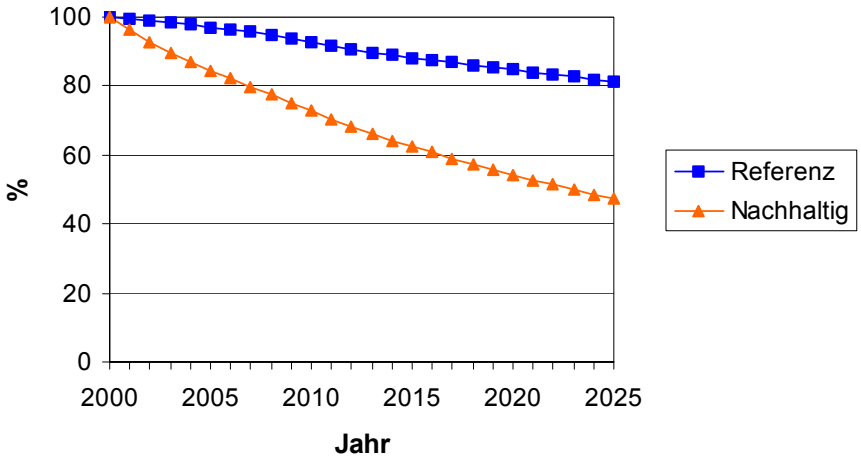
[148] BASiS-2 weist über den Szenariozeitraum für das Nachhaltigkeitsszenario ebenfalls einen Rückgang des Dämmstoffvolumens auf. Dies ist durch den Rückgang des Neubaus an WE und durch die wachsende Bedeutung der kompakteren Mehrfamilienhäuser im Neubau zu erklären, bei gleichzeitig konstanten Raten bei der Nachdämmung des Wohnungsbestandes. Vergleichbare Ergebnisse wurden bereits mit BASiS-1 in Schleswig-Holstein (Öko-Institut 2000a) erhalten.

Abbildung 6.30 Kohlendioxidemissionen durch Neubau und Instandhaltung von Infrastruktur und Wohngebäuden sowie durch Beheizen von Wohngebäuden



In Abbildung 6.31 ist die Entwicklung der jährlichen Kohlendioxidemissionen im Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ in Bezug zum Startjahr (Jahr 2000 = 100 %) für das Referenz- und das Nachhaltigkeitsszenario dargestellt. Der erheblich steilere Rückgang der Emissionen im Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Referenzszenario wird in dieser Graphik sehr deutlich. Das Ergebnis belegt die Richtungssicherheit der aufeinander abgestimmten, ambitionierten Szenarioannahmen des Nachhaltigkeitsszenarios, dessen Realisierung einen bedeutenden Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung in Deutschland darstellen würde.

Abbildung 6.31 Entwicklung der Kohlendioxidemissionen im Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen (Jahr 2000 = 100 %)



Bei den Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass sowohl im Referenz- wie auch im Nachhaltigkeitsszenario jeweils nur der „technische“ Effekt von Wärmeschutzmaßnahmen auf der Gebäudeseite (bauliche Ausführung, Wärmeschutz) einbezogen wurde. Eine Verhaltensänderung der Bewohner in Bezug auf die Heizwärmeversorgung wurde dabei nicht angenommen[149].

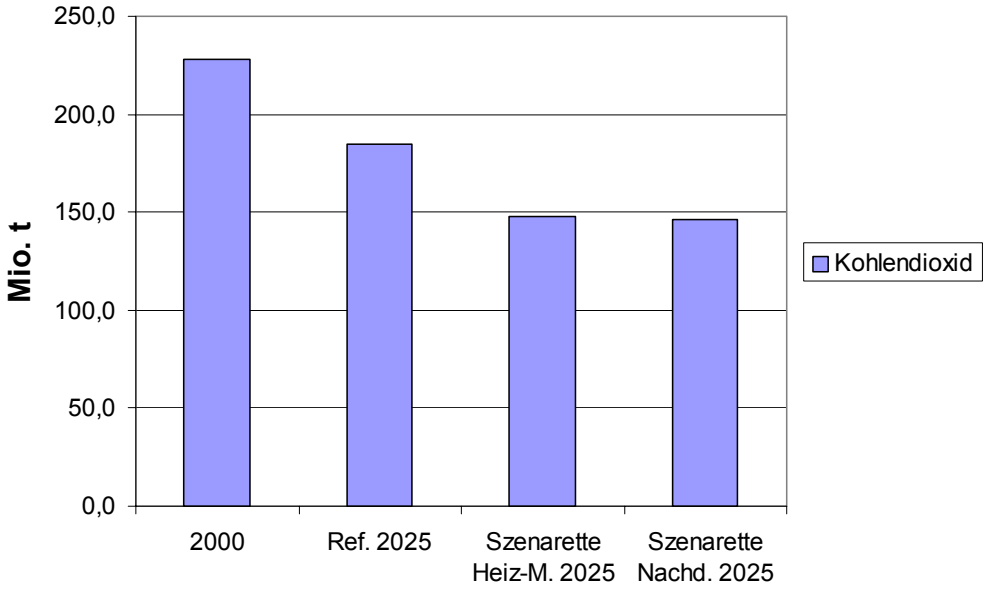
6.4.2 Ergebnisse der Szenaretten „Heizungsmix“ und „Nachdämmung“

In der nachfolgenden Abbildung sind die Ergebnisse von zwei verschiedenen Szenaretten für die gesamten Kohlendioxidemissionen im Vergleich zum Referenzszenario im Jahr 2025 dargestellt. Weiterhin ist zum Vergleich der Wert für das Ausgangsjahr 2000 aufgeführt. Für die Szenarette „Heizungsmix“ wurden sämtliche Szenarioannahmen des Referenzszenarios übernommen mit Ausnahme der Entwicklung der Heizungsstruktur im Wohnungsbestand und –neubau (vgl. Kapitel 5.2.7). Hierfür wurden die Annahmen des Nachhaltigkeitsszenarios eingesetzt.

Die zweite Szenarette „Nachdämmung“ umfasst alle Szenarioannahmen des Referenzszenarios mit Ausnahme der Annahmen zur wärmetechnischen Sanierung (vgl. Kapitel 5.2.8), die vom Nachhaltigkeitsszenario übernommen wurden.

[149] „Verhalten“ meint hier den aktuellen Umgang von Nutzern mit vorhandener Technologie, *nicht* die Entscheidung über Investitionen. Im Nachhaltigkeitsszenario sind implizit veränderte Investitionsentscheidungen unterstellt (mehr Wärmeschutz, Passivhäuser, andere Heizsysteme), nicht jedoch der bewusstere (sparsamere) Umgang mit z.B. Heizsystemen oder deren Regelung. Zum verhaltensbedingten Einsparpotenzial für CO_2 liegen die Ergebnisse einer ausführlichen Studie für das UBA vor, die auch auf die Aspekte der Raumwärme eingeht (vgl. Öko-Institut 2000b). Das theoretisch erschließbare verhaltensbedingte Einsparpotenzial wird dort für den Bereich Raumwärme mit rund 27 % angegeben (Reduktion der Luftwechselrate um 33 % durch verstärktes Stoßlüften sowie Absenkung der durchschnittlichen Raumtemperatur um 2°C). Von diesem Potenzial von rund 27 % sind jedoch durch entsprechende gezielte Programme nur rund 20 % (zwischen 1995 und 2020) erschließbar (Öko-Institut 2000b).

Abbildung 6.32 Kohlendioxidemissionen: Referenzszenario im Vergleich mit Szenaretten „Heizungsmix“ und „Nachdämmung“



Die Ergebnisgraphik macht deutlich, dass die Werte für die Kohlendioxidemissionen für beide Szenaretten im Jahr 2025 in gleicher Größenordnung (Szenarette „Heizungsmix“: rund 148 Mio. t, Szenarette „Nachdämmung“: rund 146 Mio. t) liegen. Während das Ergebnis für das Referenzszenario eine Reduzierung um rund 19 % gegenüber 2000 bedeutet, beträgt die Reduzierung für die Szenaretten rund 35 % bzw. 36 %. Die Reduzierung der Kohlendioxidemissionen des Nachhaltigkeitsszenarios beträgt bis 2025 rund 52 %[150] im Vergleich zum Ausgangsjahr (vgl. Tabelle 6.1). Aus den Ergebnissen der Szenaretten geht eindeutig hervor, dass sowohl die veränderte Entwicklung der Heizungsstruktur als auch die intensivierte Nachdämmung des Gebäudebestandes die wesentlichen Stellschrauben für die Reduzierung der Kohlendioxidemissionen sind. Beide Szenarioannahmen sind isoliert betrachtet als gleichermaßen relevant einzustufen.

Beide Szenaretten („Heizungsmix“ und „Nachdämmung“) weisen hinsichtlich der Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe nur marginale Unterschiede im Vergleich zum Referenzszenario auf. Die Werte weichen absolut bilanziert weniger als 0,3 % voneinander ab. Daraus kann eindeutig geschlossen werden, dass die erhebliche Reduzierung der Kohlendioxidemissionen durch die wesentlichen Stellschrauben

[150] Die isolierten Effekte der Szenarioannahmen (veränderter Heizungsmix bzw. forcierte Nachdämmung) können nicht einfach addiert werden, um den Gesamteffekt für das Nachhaltigkeitsszenario zu erhalten. Bei einem Wohngebäude, welches durch eine zuvor durchgeführte Wärmedämmung weniger Nutzwärmebedarf aufweist, resultiert aus einer späteren Veränderung der Heizungsstruktur relativ betrachtet eine geringere zusätzliche Minderung der Kohlendioxidemissionen als im Falle eines Gebäudes, welches zuvor noch nicht nachgedämmt worden ist. Dennoch wirken beide Szenarioannahmen zusammen genommen verstärkend, wie die Ergebnisse des Nachhaltigkeitsszenarios zeigen. Die hohe Bedeutung integrierter, aufeinander abgestimmter Maßnahmen für eine nachhaltige Entwicklung wurde u.a. in dem Projekt „Nachhaltiges Sanieren im Bestand“ in der Praxis bestätigt (Schultz 2001).

„Heizungsmix“ und „Nachdämmung“ nicht durch eine Problemverlagerung in den Bereich Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe erkauft werden muss.[151]

6.5 Gesamtbewertung der Szenarioergebnisse

Die Detailergebnisse für die Inanspruchnahme von Flächen, Energie, Rohstoffen und Baustoffen, für den Anfall von Reststoffen sowie die Emission von Kohlendioxidemissionen, welche in den vorrangegangen Abschnitten dargestellt sind, verdeutlichen die mit dem Referenz- und dem Nachhaltigkeitsszenario verbundenen unterschiedlichen Profile der Umweltinanspruchnahme[152]. In der nachfolgenden Tabelle 6.1 sind wichtige Ergebnisse des Referenz- und Nachhaltigkeitsszenarios in einer Übersicht zusammengestellt. Die Darstellung der Szenarioergebnisse erfolgt jeweils prozentual gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 für die Werte der Jahre 2020 und 2025.

Tabelle 6.1 Ausgewählte Szenarioergebnisse im Überblick: Prozentuale Veränderung gegenüber dem Ausgangsjahr 2000

Umweltinanspruchnahme	Referenzszenario 2020	Referenzszenario 2025	Nachhaltigkeitsszenario 2020	Nachhaltigkeitsszenario 2025
Zusätzliche Flächeninanspruchnahme je Tag[153]	- 14 %	- 14 %	- 83 %	- 84 %
Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe	- 8 %	- 9 %	- 31 %	- 33 %
Holzbedarf[154]	- 10 %	- 11 %	- 4 %	- 5 %
Nutzwärmebedarf	- 6 %	- 8 %	- 28 %	- 35 %
Kohlendioxidemissionen[155]	- 15 %	- 19 %	- 46 %	- 52 %
Bauschuttanfall[156]	+ 18 %	+ 18 %	+ 3 %	+ 3 %

Das Referenzszenario entspricht in seinen Annahmen weitgehend einer „Weiter-so-Entwicklung“ im Bereich „Bauen und Wohnen“. Das heißt, es werden die bereits

[151] Vgl. hierzu auch die Ausführungen zu den Ergebnissen, die in Abbildung 6.18 dargestellt sind.

[152] Auf eine Darstellung der Szenarienergebnisse zu den Luftschadstoffen SO_2 und NO_x wird verzichtet (vgl. hierzu Fußnote 122 zu Beginn des Kapitels 6.

[153] Flächeninanspruchnahme für den Bereich „Bauen und Wohnen“ durch Außenentwicklung (Nettowohnbauland + Verkehrserschließungsfläche)

[154] Das Ergebnis umfasst ausschließlich erntefeuchtes Holz, (Primärrohstoff).

[155] Summe der jährlichen Kohlendioxidemissionen durch Errichtung, Instandhaltung, Sanierung und Beheizung der Wohngebäude sowie durch Errichtung und Instandhaltung von Verkehrserschließungsfläche (jeweils inkl. Vorketten).

[156] Summe des jährlichen Anfalls durch Abriss und Instandhaltung von Wohngebäuden und Instandhaltung von Verkehrserschließungsflächen.

vorhandenen Trends in die Zukunft fortgeschrieben und im Rahmen absehbarer Effizienzgewinne moderate Umweltentlastungen erzielt. Eine echte Wende im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung für den Bereich „Bauen und Wohnen“ bleibt jedoch aus (vgl. Tabelle 6.1).

Dies wird besonders deutlich bei der zukünftigen weiteren Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) für den Bereich „Bauen und Wohnen“. Die mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 hier ermittelten Ergebnisse zeigen, dass nach den Annahmen des Referenzszenarios die stetige Aufzehrung des Naturkapitals im Bereich Boden weitgehend ungebremst voranschreiten wird. Den Zielen der Bundesregierung (Bundesregierung 2002)[157] wird im wichtigen Teilsegment „Bauen und Wohnen“ in keiner Weise entsprochen, d. h. die Zersiedelung der Landschaft wird nicht entscheidend verringert.

Auch im Bereich der Inanspruchnahme mineralischer Rohstoffe ist kaum ein nennenswerter Fortschritt im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung im Referenzszenario erkennbar.

Die Inanspruchnahme des nachwachsenden Primärrohstoffs Holz nimmt im Referenzszenario bis zum Jahr 2025 um 11 % gegenüber dem Jahr 2000 ab. Dies ist in erster Linie durch die moderat geringere Bautätigkeit am Ende des Szenariozeitraums zu erklären.

Bei der Entwicklung des Nutzwärmebedarfs (Beheizung der Wohngebäude) und den Kohlendioxidemissionen ist zwar auf lange Sicht auch im Referenzszenario eine moderate Abnahme erkennbar. Diese Dynamik reicht jedoch nicht aus, um langfristige Umweltziele anzusteuern und die mit den Emissionen in Verbindung stehende Klimaproblematik entscheidend zu verringern (vgl. dazu weiter unten).

Der jährliche Bauschuttanfall nimmt im Referenzszenario langfristig erkennbar zu. Ursächlich hierfür sind die unterstellten deutlich steigenden Abrissaktivitäten (Wohngebäude) im Referenzszenario bis 2025.

Das Nachhaltigkeitsszenario stellt in seinen Szenarioannahmen einen deutlichen Kontrast zum Referenzszenario dar. Dieser Kontrast drückt sich über den Szenariozeitraum in deutlichen Umweltentlastungen gegenüber dem Startjahr und gegenüber dem Referenzszenario aus. Das Nachhaltigkeitsszenario bietet echte Perspektiven für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland. Erhebliche Umweltentlastungen sind bei deutlich besserer Wohnraumversorgung der Bevölkerung in Deutschland im qualitativen und quantitativen Sinne möglich. Die Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme erreicht bis 2020 im Nachhaltigkeitsszenario ein so deutliches Ausmaß (- 83 % gegenüber dem Jahr 2000), dass für das Teilsegment

[157] Das Umweltziel der Bundesregierung (Bundesregierung 2002) sieht bis 2020 eine Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme für neue Siedlungs- und Verkehrsflächen auf 30 ha/d bis zum Jahr 2020 vor (der Wert für das Jahr 2000 beträgt rund 129 ha/Tag). vor. Dies entspricht einer Reduzierung der täglichen Rate zwischen 2000 und 2020 um rund 77 %.

Wohnen dem Umweltziel der Bundesregierung zur Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsfläche entsprochen wird.[158] Dieses Ergebnis beruht auf aufeinander abgestimmten Szenarioannahmen, die sich in ihrer Wirkung verstärken. Ein deutlich höherer Anteil an Wohnungsbautätigkeit in Kernstädten sowie eine forcierte Innenentwicklung ist für das Ergebnis in gleichem Maße verantwortlich wie eine Ausweitung der Bestandsaufwertungsaktivitäten (teilweise Vermeidung von Neubau durch verstärkte Sanierung der Wohnungsbestände).

Die forcierte wärmetechnische Sanierung des Wohnungsbestandes im Nachhaltigkeitsszenario ist weiterhin die entscheidende Szenarioannahme, die das Ergebnis für den Nutzwärmebedarf (- 35 % bis 2025) bestimmt. Die Reduzierung der CO_2-Emissionen (vgl. Tabelle 6.1) wird ungefähr zu gleichen Anteilen durch die beschleunigte Wärmedämmung des Wohnungsbestandes sowie die unterstellten Entwicklungen beim Heizungsmix (hoher Anteil von Holzheizungen sowie Fern-/Nahwärme) verursacht.

Das Ergebnis für die Entwicklung der CO_2-Emissionen des Bereiches Bauen und Wohnen im Nachhaltigkeitsszenario bis zum Jahr 2020 (- 46 %) bzw. bis zum Jahr 2025 (- 52 %) gegenüber dem Jahr 2000 kann *qualitativ* als wichtiger Beitrag dieses Bedürfnisfeldes zu den mittel- und langfristigen Klimaschutzzielen für Deutschland insgesamt angesehen werden (- 80 % bis 2050 für die nationalen CO_2-Emissionen bzw. –40 % bis 2020 und –50 % bis 2030, jeweils gegenüber 1990)[159]. Der quantitative Vergleich der Szenario-Ergebnisse für die CO_2-Emissionen mit den nationalen Klimaschutzzielen muss folgendes beachten:

- Bezugsjahr für die nationalen Klimaschutzziele ist i.d.R. das Jahr 1990, während BASiS-2 auf dem Jahr 2000 als Basisjahr aufsetzt.
- Die nationalen Klimaschutzziele betreffen *alle* Sektoren, während BASiS-2 sich auf das Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen bezieht und die Infrastruktur berücksichtigt.
- In BASiS-2 werden über die Emissionen von Heizsystemen hinaus auch deren Vorketten und der Herstellungsaufwand für Baustoffe (inkl. Vorketten) einbezogen, wobei hier auch Auslandsanteile (z.B. Gasförderung in Russland, OPEC-Öl) eingehen.

---

[158] Beim Vergleich der Reduzierung der täglichen Flächeninanspruchnahme mit dem Umweltziel müssen die unterschiedlichen Systemgrenzen (Außenentwicklung Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche für das Teilsegment Wohnen bzw. gesamte Siedlungs- und Verkehrsfläche) berücksichtigt werden. Dennoch ist die Bewertung gestattet, dass das Nachhaltigkeitsszenario Ergebnisse aufweist, die sich im Einklang mit dem Umweltziel (Bundesregierung 2002) befinden.

[159] Das langfristige Klimaziel (UBA 2002) basiert auf den Arbeiten der Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“ des 12. Deutschen Bundestags und bezieht sich auf die gesamten nationalen Kohlendioxidemissionen. Die Enquete-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung" des 14. Deutschen Bundestags (Enquete 2003) hat ebenfalls für die gesamten nationalen CO_2-Emissionen Reduktionsziele von 40 % bis zum Jahr 2020, 50 % bis 2030 und 80 % bis 2050 aufgestellt (jeweils gegenüber 1990).

Ein *unmittelbarer* Vergleich der Ergebnisse aus BASiS-2 mit den Klimaschutzzielen ist daher nicht möglich.

Ein *relativer* Vergleich zwischen dem BASiS-Ausgangsjahr 2000 und dem Szenarien-Endjahr 2025[160] ist jedoch innerhalb und zwischen den Szenarien möglich und liefert Aussagen zum Reduktionspotenzial für Treibhausgase des Bedürfnisfeldes Bauen und Wohnen. Diese Minderungsraten können dann mit den Klimaschutzzielen verglichen werden, wenn diese in einer einfachen Abgleichung auf das Jahr 2000 „umgerechnet" werden:

- Von 1990 bis 2000 wurde in Deutschland *insgesamt* schon eine CO_2-Minderung von 15 %-Punkten erreicht[161], wobei hier neben den Umstrukturierungen der Wirtschaft in den NBL und der dortigen Stromerzeugung vor allem die Industrie größere Minderungen (durch Energieeffizienz, Brennstoffwechsel usw.) erreichte.
- Die Haushalte und Kleinverbraucher haben dagegen tendenziell gleichbleibende Emissionen verursacht, also bislang nur einen *geringen Minderungsbeitrag* geleistet – ihr Endenergiebedarf lag im Jahr 2000 um rund 5% über dem von 1990, wobei die beheizte Wohnfläche zwar anstieg, aber parallel ein Wechsel der zur Heizung eingesetzten Energieträger stattfand (Ersatz von Kohle und z.T. Öl durch Erdgas) – damit sind bis 2000 gegenüber 1990 nur CO_2-Einsparungen von ca. 5% erreicht worden[162].
- Durch die Einbeziehung der Vorleistungen für Energie (Vorketten Heizöl und Erdgas, Stromerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung) und Baustoffe (Zement, Stahl usw.) in BASiS-2 wird auch ein sektorübergreifender Effekt induziert, der z.T. Emissionsanteile im Ausland[163] erfasst. Zur Vereinfachung wird dies jeweils vernachlässigt.

Unter diesen Vorraussetzungen können die im Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario (ausgehend vom Jahr 2000) bis 2020 erzielten CO_2-Reduktionen von 15 % bzw. 46 % mit dem nationalen Klimaschutzziel von 40 % (bezogen auf 1990) verglichen werden:

Unter Einrechnung der bereits bis 2000 erfolgten (nur geringen) Einsparung von ca. 5% im Bereich „Bauen und Wohnen" erzielt das Referenzszenario bei dieser Betrachtung nur rund die Hälfte (5+15 = 20%) der mittelfristig nötigen Treibhaus-

---

[160] Auf einen Abgleich des nationalen Minderungsziels für die Kohlendioxidemissionen (- 25 % bis 2005 ausgehend von 1990) mit den Szenarioergebnissen wurde verzichtet, da bereits im Ausgangsjahr (2000) der Szenarien der größte Teil des Handlungszeitraums für das Umweltziel verstrichen war. Sinnvoll ist dagegen der Abgleich der Szenarioergebnisse mit langfristigen Klimaschutzzielen.

[161] Bezogen auf CO_2-Äquivalente (inkl. CH_4, N_2O und weiteren Treibhausgasen) betrug die Minderung knapp 19% (Alle Werte aus dem 3. Nationalbericht zur Klimarahmenkonvention, BMU, Berlin 2002)

[162] Werte basierend auf dem 3. Nationalbericht zur Klimarahmenkonvention, BMU, Berlin 2002

[163] Die Anteile der Auslandsvorketten betragen bei CO_2 i.d.R. weniger als 10% der Gesamtemissionen. Für die hier erfolgende Abschätzung kann dies vernachlässigt werden.

gasreduktion, während das Nachhaltigkeitsszenario die Reduktionsquote sogar übertreffen kann (5 + 46 = 51%).

Da auch im Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 noch nicht der gesamte Gebäudebestand 2000 in Deutschland saniert ist[164] und damit weitere Reduzierungspotentiale für die Kohlendioxidemissionen bestehen, ist hier eine Langfristperspektive über 2025 hinaus erkennbar.

Wird die im Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 erreichbare CO_2-Reduktion von 52 % (gegenüber 2000) bis 2030 fortgeschrieben, so ergibt sich tendenziell eine Minderung um über 55 % - und damit wiederum mehr, als es das 2030-Ziel der Enquete-Kommission fordert.

Für den langfristigen Blick bis 2050 ist nach der Enquete-Kommission eine CO_2-Reduktion um 80 % erforderlich – dies kann das Nachhaltigkeitsszenario durchaus für das Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ erreichen, wenn die Bevölkerungsentwicklung berücksichtigt und der Neubau im Passivhaus-Standard konsequent fortgesetzt wird. Bis 2050 kann zudem eine weitgehende Umstellung der Energieversorgung auch im Heizwärmebereich auf erneuerbare Energiequellen (Biomasse, Solar- und Erdwärme) erfolgen, so dass auch die Langfristperspektive klar für die Erreichbarkeit auch ambitionierter nationaler Klimaschutzziele durch das Nachhaltigkeitsszenario für das Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ spricht.

Der Bedarf mineralischer Rohstoffe wird im Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 ebenfalls deutlich reduziert (- 33 %). Die Annahmen des Szenarios stellen daher auch für die Umweltzieldiskussion bzgl. des Rohstoffbedarfs[165] einen wichtigen Beitrag dar. Bis zum Jahr 2020 (Zieljahr für das Umweltziel der Bundesregierung) werden im Nachhaltigkeitsszenario 31 % weniger mineralische Rohstoffe nachgefragt im Vergleich zum Ausgangsjahr 2000.

Allerdings ist die Reduzierung gegenüber dem Ausgangsjahr (2000) deutlich weniger ausgeprägt als im Falle der täglichen Flächeninanspruchnahme. Eine detailliertere Analyse des Szenarioergebnisses (vgl. Kapitel 6.3) hat gezeigt, dass der Rohstoffbedarf für die Instandhaltung der Verkehrserschließungsflächen des Bestandes 2000 einen großen Anteil (rund 50 %) am gesamten Rohstoffbedarf für den Bereich

[164] Im Jahr 2025 besteht im Nachhaltigkeitsszenario unter Berücksichtigung der bereits sanierten Bestände und des kumulierten Abgangs (ohne Zusammenlegungen, da diese Wohnflächen weiterhin beheizt werden müssen) noch ein Potential von zukünftig zu sanierenden Wohneinheiten von rund 33 %, d.h. rund ein Drittel des Bestandes aus dem Jahr 2000 steht über den Szenariozeitraum hinaus für wärmetechnische Sanierungen zur Verfügung.

[165] In der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung 2002) ist eine Verdopplung der Rohstoffproduktivität zwischen 1994 und 2020 als Umweltziel formuliert. Das Ziel bezieht sich auf den Rohstoffbedarf in Deutschland insgesamt. Die Rohstoffproduktivität ist das Verhältnis von Bruttoinlandsprodukt zum Rohstoffverbrauch. Ein direkter Vergleich der Szenarienergebnisse mit dem Umweltziel der Bundesregierung ist nicht zulässig, da es sich um ein relatives Umweltziel handelt (Bezug zur Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts), während BASiS-2 absolute Entwicklungen bilanziert und keine Ergebnisse zur Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts liefert.

„Bauen und Wohnen“ hat.[166] Hieran wird erkennbar, wie Aktivitäten vorheriger Generationen die ökologischen Bedingungen und ökonomischen Spielräume der nachfolgenden Generationen stark einschränken können – neben den ökologischen Aspekten des Rohstoffbedarfs stellt die Instandhaltung der zunehmenden Verkehrserschließungsflächen auch eine hohe ökonomische Hypothek für Kommunen und ihre Bürger dar. Als Konsequenz aus diesem Szenarioergebnis ergibt sich, dass neben den Bestrebungen zur Vermeidung zusätzlicher Verkehrserschließungsflächen durch z.B. eine verstärkte Innenentwicklung auch Recyclingstrategien zur weitergehenden Schonung der mineralischen Ressourcen zukünftig deutlich forciert werden müssen.

Die Inanspruchnahme des Primärrohstoffs Holz ist im Nachhaltigkeitsszenario zum Ende des Szenariozeitraums (2025) gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 geringfügig niedriger (- 5 %). Das Ergebnis unterscheidet sich somit nicht wesentlich (bezogen auf die absolute Nachfrage des Primärrohstoffs Holz) von den Ergebnissen des Referenzszenarios (- 11 % gegenüber 2000), obgleich die Holzbauweise im Nachhaltigkeitsszenario deutlich forciert wird (vgl. Abschnitt 5.2.10). Das Ergebnis lässt sich durch mehrere sich überlagernde Szenarioannahmen erläutern. Im Nachhaltigkeitsszenario wird im Gegensatz zum Referenzszenario sowohl der Neubau von WE insgesamt erheblich verringert als auch der Anteil der Ein- bis Zweifamilienhäuser (Schwerpunkt der Holzbauweise) am Wohnungsneubau reduziert. Damit wird der relativ höhere Anteil der Holzbauweise im Nachhaltigkeitsszenario im Szenarioergebnis weitgehend kompensiert.

Die Bedarfsdeckung des Primärrohstoffes Holz aus den Waldbeständen in Deutschland kann – unter Berücksichtigung einer jährlich nachgefragten Größenordnung in beiden Szenarien von rund 4 Mio. t/a (Holz erntefeucht) unter Mengengesichtspunkten als problemlos eingestuft werden. Neuere Arbeiten haben erneut bestätigt, dass die gesamte Nachfrage nach Industrieholz (für Bauzwecke etc.) in Deutschland erheblich unter dem langjährigen Mittel des Industrieholzeinschlages in den Wäldern in Deutschland liegt (Thamling 2003). Selbst unter den Rahmenbedingungen einer 100 % nachhaltigen Forstwirtschaft in Deutschland (z.B. nach den Kriterien des Forest Stewardship Council: FSC) wäre die Deckung des Rohholzbedarfs, der in den Szenarien bilanziert wird, ohne weiteres möglich. Diese Aussage kann getroffen werden, da eine einschneidende Veränderung der Mengenströme durch die Umstellung von konventioneller auf nachhaltige Forstwirtschaft nicht erwartet wird (Thamling 2003).

Im Bereich des Bauschuttanfalls weist das Nachhaltigkeitsszenario gegenüber dem Ausgangsjahr bis zum Jahr 2025 ein fast unverändertes Ergebnis aus. Der Unterschied zum Referenzszenario resultiert aus den deutlich geringeren Abrissaktivitäten

[166] Die jährlichen Instandhaltungsraten und der damit zusammenhängende Rohstoffbedarf wird für beide Szenarien gleich angesetzt.

bezüglich des Wohnungsbestandes 2000 aufgrund der forcierten Bestandserhaltungspolitik.

7 Impulse und Perspektiven für nachhaltiges Bauen und Wohnen durch die Projektergebnisse

Für den Bereich Bauen und Wohnen wurden große Umweltentlastungspotentiale bei der Flächen-, Rohstoff- und Energieinanspruchnahme sowie hinsichtlich des Reststoffanfalls und der Emissionen von Treibhausgasen über die Szenarioergebnisse quantifiziert. Es hat sich gezeigt, dass ressourcenschonendes Bauen und Wohnen bei gleichzeitiger Verbesserung des Wohnungsangebotes eine realistische Perspektive ist, wenn die Annahmen des Nachhaltigkeitsszenarios zu Grunde gelegt werden. Die quantifizierten Ergebnisse und die intensiven Diskussionen mit den Akteuren im Begleitkreis und in den Expertenworkshops ermöglichen es, Handlungsempfehlungen zu geben: Für eine nachhaltige Entwicklung im Bereich Bauen und Wohnen sind folgende Eckpunkte besonders relevant:

- Effizientere Nutzung des Wohngebäudebestandes durch intensivierte Sanierung (Nachdämmung etc.) und deutliche Aufwertung (Wohnungsvergrößerungen im Bestand durch Zusammenlegungen),
- Förderung einer verstärkten Innenentwicklung (Nachverdichtung, Brachflächenaktivierung) der Siedlungsgebiete bei gleichzeitiger Revitalisierung der Siedlungskerne insbesondere in den Kernstädten (Verminderung der Stadtflucht),
- Forcierung des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe wie Holz für Konstruktion und Beheizung der Wohngebäude,
- Forcierter Einsatz von Fern-/Nahwärme für die Beheizung der Wohngebäude,
- Verstärkte Förderung des Einsatzes von Recyclingbaustoffen (z. B. Beton mit Rezyklatzuschlägen) zur Schonung nicht erneuerbarer mineralischer Rohstoffe.

Hierfür sind deutlich stärkere Aktivitäten der Politik und aller weiteren im Bedürfnisfeld involvierten Akteure erforderlich, wenn die Ziele der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie erreicht werden sollen.[167] In den intensiven Diskussionen mit den Akteuren im Begleitkreis und in den Expertenworkshops wurden denkbare Instrumente und Maßnahmen erörtert, mit denen der nötige Rahmen für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen vorangebracht werden kann. Die wichtigsten und interessantesten Instrumente und Maßnahmen,[168] die von den Akteuren in den Diskursen favorisiert wurden, werden in der folgenden Tabelle den entsprechenden „Stellschrauben“ der Szenarien zugeordnet:

[167] Vgl. die Ergebnisse des Referenzszenarios, bei dem wichtige Umweltziele nicht erreicht werden (Kapitel 6.5).

[168] Vgl. hierzu Kapitel 2 dieses Endberichts.

Tabelle 7.1 Maßnahmen und Instrumente für nachhaltiges Bauen und Wohnen

„Stellschraube“	Instrumente und Maßnahmen
Umfang des Neubaus von WE	Geänderte Wohnungsbauförderung, Reform der Eigenheimzulage
Verteilung des Neubaus auf Raumtypen	Verstärkte Lenkungsabgaben auf den KfZ-Verkehr (Verteuerung der „Stadtflucht“), Ausrichtung der Wirtschaftsförderung und regionalen Strukturpolitik an siedlungspolitischen Zielen, ökologisch ausgerichtete Bodenwert- und Bodenflächensteuer
Verteilung des Neubaus auf Haustypen	Ökologisch ausgerichtete Bodenwert- und Bodenflächensteuer
Anteil Innenentwicklung zu Außenentwicklung im Neubau	Ablösung der Grunderwerbssteuer durch eine Flächenverbrauchssteuer mit ökologischer Lenkungsfunktion, verbindliche Einführung von Mindestdichten (GFZ) in die Bebauungsplanung, Aktualisierung und konsequente Nutzung von Brachflächenkatastern
Vermeidung des Abrisses / Förderung der Zusammenlegung von WE	Marketingkampagnen für städtisches Wohnen bzw. Wohnen im Bestand, Reform der Eigenheimzulage
Entwicklung der Beheizungsstrukturen im Bestand und im Neubau	Marketingkampagnen und Demonstrationsprojekte für den Einsatz von Biomasse und Nah-/Fernwärme
Steigerung der Nachdämmungsrate im Bestand	Wettbewerbe und Marketingkampagnen für Wohnen im Bestand, Ausweitung der Bestandssanierungs- und Modernisierungsprogramme von Bund und Ländern
Betonrecycling (Hochbauanwendungen)	Ausweitung der Bund-Länder-Programme zur Städtebauerneuerung (Aufnahme ressourcensparender Komponenten)
Anteil Holzbauweise beim Neubau von Ein- bis Zweifamilienhäusern	Siehe Betonrecycling
Kelleranteil beim Neubau	Siehe Betonrecycling

Eine Reihe der in Tabelle 7.1 aufgeführten Maßnahmen und Instrumente sind bereits detailliert entwickelt und in Ansätzen bereits angegangen worden[169]. Sie sind für zukünftige Umsetzungsprozesse von großer Bedeutung.

[169] Vgl. hierzu z. B. die ausführliche Arbeit des difu mit detaillierten Informationen zu diversen diskutierten Instrumenten (Apel, D.; Böhme, C.; Meyer, U.; Preisler-Holl, L.; Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung. Deutsches Institut für Urbanistik im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin, 2001) sowie die aktuelle Publikation „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland“ (UBA 2002).

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes einerseits und die vielfältigen Möglichkeiten des Stoffstrommodells BASiS-2 zur Analyse von komplexen Zusammenhängen im Bereich Bauen und Wohnen andererseits bieten eine wertvolle Grundlage, um den weiteren Dialog und die Umsetzung für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen entscheidend zu unterstützen. Die Erfahrungen mit dem Dialog- und Umsetzungsprozess in Schleswig-Holstein, dem Szenarienergebnisse, die mit Hilfe der Vorgängerversion des Stoffstrommodells (BASiS-1) gewonnen wurden, als Grundlage dienten, zeigen dieses Potential sehr deutlich. In Schleswig-Holstein dienen die Ergebnisse für das Nachhaltigkeitsszenario im Bereich Bauen und Wohnen (Öko-Institut 2000a) als Basis für einen landesweiten Dialogprozess (Öko-Institut 2002), der in den Rahmen der allgemeinen Nachhaltigkeitsstrategie des Landes eingebettet ist.

In fachspezifischen Workshops („Innenentwicklung und Wohnungsbestände“, „Nachhaltige Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung“ sowie „Schonung mineralischer Ressourcen“) wurden im Diskurs mit Fachakteuren des Landes konkrete Maßnahmen zur Umsetzung (z. B. Maßnahmen zum Aufbau einer Infrastruktur für Holzpellets) erarbeitet (Öko-Institut 2002), die eine wichtige Grundlage für die aktuellen Aktivitäten des Landes im Bereich Bauen und Wohnen sind. Die langfristigen Ergebnisse des Nachhaltigkeitsszenarios dienen dabei als Orientierung für die weiteren kurz-, mittel- und langfristigen Aktivitäten in Schleswig-Holstein für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen.

Im Hinblick auf die in Schleswig-Holstein erzielten Ergebnisse, bietet es sich an, für eine Realisierung der Perspektive von nachhaltigem Bauen und Wohnen einen vergleichbaren Dialogprozess auf Bundesebene zu initiieren. Ziel dieses Dialogprozesses soll die Abstimmung konkreter Instrumente und Maßnahmen mit wesentlichen Akteuren bzw. Institutionen und die Vorbereitung ihrer Umsetzung sein. Die Besonderheiten, die sich aus der Adressierung der Bundesebene ergeben (z. B. Einbindung von Akteuren des Bundes, der Bundesländer und der Kommunen) müssen hierbei ebenso Berücksichtigung finden wie die Ergebnisse dieses Projektes, die sich aus den erweiterten Möglichkeiten von BASiS-2 (gegenüber BASiS-1) ergeben. Die Begleitkreismitglieder nannten bereits wichtige Institutionen, die in einen entsprechenden Dialogprozess eingebunden werden sollten (vgl. Kapitel 2.2), bzw. sie repräsentieren selbst bereits einen wichtigen Kern entsprechender Institutionen (BMU, BMBF, BMVBW, BMWi, Länderressorts, BBR, KfW, IG BAU, ARL etc.).

Weiterhin wurde von den Begleitkreismitgliedern bereits eine Reihe eigener Aktivitäten bzw. Anwendungen der Ergebnisse von BASiS-2 in der eigenen Arbeit vorgeschlagen. Hierzu zählen u. a. die Nutzung der ermittelten Ergebnisse als Überzeugungsinstrument in der Fachdiskussion zu nachhaltigem Bauen und Wohnen, die Forcierung der Öffentlichkeitsarbeit zum Thema „Nachhaltiges Bauen und Wohnen“, das Anstreben eines ressortübergreifenden Nachhaltigkeitsverständnisses sowie der Einsatz von BASiS-2 auf regionaler bzw. lokaler Ebene. Die Ergebnisse des Nachhaltigkeitsszenarios können für den Dialogprozess auf nationaler Ebene und alle

damit zusammenhängenden Aktivitäten (z. B. Dialog mit dem Rat für nachhaltige Entwicklung) als Orientierung dienen.

Da durch die Ausweitung der Bilanzierungsgrenzen um die technische Infrastruktur in BASiS-2 die Potentiale des Stoffstrommodells erheblich vergrößert wurden, sind durch das UBA-Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ die Voraussetzungen für weitere Impulse und Beiträge für entsprechende Dialog- und Umsetzungsprozesse auf der Bundes- und Länderebene geschaffen worden. Fragen der nachhaltigen Stadtentwicklung versus Landschaftszersiedelung können mit Hilfe des Stoffstrommodells und der Szenariotechnik beantwortet werden. Aus dem Begleitkreis wurde zu Recht gefordert, neben den ökologischen Aspekten zukünftig verstärkt soziale und ökonomische Gesichtspunkte in den Diskussionen zu berücksichtigen. Fragen wie z. B. „Welche Infrastruktur im Bereich Bauen und Wohnen können sich Deutschland oder einzelne Regionen in Zukunft noch finanziell leisten?“ werden in zukünftigen Dialogprozessen stark an Bedeutung gewinnen.

Das Umweltbundesamt und die beteiligten Projektpartner werden die Szenarienergebnisse und die Potentiale von BASiS-2 in geeigneten Akteurskreisen auf Bundesebene und regionaler Ebene offensiv kommunizieren. Mehrere Begleitkreismitglieder haben sich bereit erklärt, die Vernetzung von Akteuren und die Verbreitung der Ergebnisse zu unterstützen. So können bestehende Netzwerke zum nachhaltigen Bauen und Wohnen unterstützt und neue Allianzen aufgebaut werden, um zur Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse beizutragen.

8 Exkurs- Umweltbelastungen durch die Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur – Prüfauftrag

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ bestand für das Öko-Institut ein Prüfauftrag hinsichtlich der Notwendigkeit und den Modellierungsmöglichkeiten, die in der Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur durch den Verkehr verursachten Umweltbelastungen im Stoffstrommodell BASiS-2 abzubilden: „Es ist zu prüfen, welche Modellierungsmöglichkeiten es gibt, um die in der Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur durch den Verkehr verursachten Umweltbelastungen im Programm abzubilden. Sollte es mit vertretbarem Aufwand möglich sein (z.B. durch Zuordnung von Emissionskenngrößen zur verkehrlichen Infrastruktur), relevante Umweltbelastungen des Verkehrs im Programm abzubilden, so ist dies zu vollziehen.“

Der Prüfauftrag des Umweltbundesamtes wurde durch den wesentlichen Projektbaustein - Einbindung der technischen Infrastruktur in das Stoffstrommodell - im Rahmen des UBA-Forschungsprojektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ fachlich motiviert. Im folgenden wird kurz das Ergebnis der Prüfung des Öko-Instituts zu der oben beschriebenen Fragestellung ausgeführt.

Ergebnis zum Prüfauftrag

Ausgangspunkt der Untersuchung zum Prüfauftrag war die Bewertung der vorhandenen Datenbasis hinsichtlich einer raumstrukturellen Differenzierung der Verkehrsleistungen. Daten von Hautzinger (1999) differenzieren die mittleren Fahrleistungen von Privat-Pkw in Deutschland nach siedlungsstrukturellen Merkmalen. Da die Daten u.a. in der Strukturierung nach Kreistypen vorliegen, bestand hier prinzipiell eine interessante Option zur Verknüpfung mit der Datenstruktur in BASiS-2.[170] Die differenzierten Daten für die einzelnen Kreistypen[171] zur mittleren Fahrleistung von Privat-Pkw sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Die Daten von Hautzinger (1999) beziehen sich zwar auf das Jahr 1993 und sind daher nicht ohne weiteres auf das Jahr 2000 (Ausgangsjahr in BASiS-2) zu übertragen. Dennoch bieten sie den Ausgangspunkt für eine Diskussion zur grundsätzlichen Fragestellung des Prüfauftrags.

[170] Die Anbindung der technischen Infrastruktur an die Wohngebäude in BASiS-2 erfolgt über drei Raumtypen, die sich aus den entsprechenden Kreistypen durch Aggregation bilden lassen (vgl. Kapitel 3).

[171] In der Tabelle 8.1 sind aus Gründen der Übersichtlichkeit die Daten für die jeweiligen Kreistypen nicht weiter differenziert nach ABL und NBL dargestellt. Die verwendete Datenquelle (Hautzinger 1999) lässt diese weitere Differenzierungsmöglichkeit jedoch zu.

Tabelle 8.1 Hochgerechnete Gesamtfahrleistung und mittlere Fahrleistung der Privat-Pkw sowie Pkw-Bestände 1993 nach Kreistypen

Kreistyp	Gesamtfahrleistung der Privat-Pkw in Mio. km/a	Pkw-Bestand in 1000	Einwohner in 1000 (1997)	Mittl. Fahrleistung pro Privat-Pkw in km/a
1	91758,8	6972,4	19649,6	13160
2	86893,0	6241,8	12956,3	13921
3	42062,1	3022,3	6885,5	13917
4	21135,6	1464,1	3307,8	14435
5	23626,2	1787,3	4798,0	13218
6	85380,3	6077,1	15505,1	14049
7	39550,3	2814,2	8233,0	14053
8	41165,4	2862,6	6461,3	14379
9	41739,2	2890,6	4260,7	14439
Deutschland	**473310,9**	**34132,4**	**82057,3**	**13866**

Daten: (Hautzinger 1999), (BBR 1999), Kreistypen: 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen, 2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen, 3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen, 4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen, 5 = Kernstädte in Verstädterten Räumen, 6 = Verdichtete Kreise in Verstädterten Räumen, 7 = Ländliche Kreise in Verstädterten Räumen, 8 = Ländliche Kreise höherer Dichte in Ländlichen Räumen, 9 = Ländliche Kreise geringerer Dichte in Ländlichen Räumen.

Die Daten in Tabelle 8.1 machen deutlich, dass die Differenzen der mittleren Fahrleistungen pro Privat-Pkw zwischen den einzelnen Kreistypen vergleichsweise gering sind. Der geringste Wert wird für den Kreistyp 1 (Kernstädte in Agglomerationsräumen) mit 13.160 km pro Privat-Pkw und Jahr ausgewiesen. Der höchste Wert resultiert für den Kreistyp 9 (Ländliche Kreise geringerer Dichte in Ländlichen Räumen) mit 14.439 km pro Privat-Pkw und Jahr. Der Unterschied zwischen diesen beiden Kreistypen beträgt nach diesen Daten rund 9,7 %. Für eine weitere Interpretation der Daten ist es jedoch notwendig, den unterschiedlichen Motorisierungsgrad in den einzelnen Kreistypen zu berücksichtigen. In der nachfolgenden Tabelle ist daher u.a. die mittlere Fahrleistung in Privat-Pkw pro Einwohner sowie die mittlere Fahrleistung in Privat-Pkw pro Wohneinheit (WE) aufgeführt.[172]

[172] Die notwendigen Daten zu den Einwohnern (EW) sowie den Wohneinheiten (WE) beziehen sich im Gegensatz zu den Daten der mittleren Fahrleistung pro Privat-Pkw (für 1993) auf das Jahr 1997 (BBR 1999). Eine Verwendung von Daten zu EW und WE für das Jahr 1993 würde keine grundsätzliche Veränderung des Ergebnisses liefern.

Tabelle 8.2 Mittlere Fahrleistung der Privat-Pkw (jeweils pro Einwohner und Wohneinheit)

Kreistyp	Mittl. Fahrleistung der Privat-Pkw pro EW in km/a	Privat-Pkw/EW	WE 1997 in 1000	Mittl. Fahrleistung der Privat-Pkw pro WE in km/a	Privat-Pkw/WE
1	4670	0,355	10053,5	9127	0,694
2	6707	0,482	5561,2	15625	1,122
3	6109	0,439	2919,8	14406	1,035
4	6390	0,443	1404,0	15054	1,043
5	4924	0,373	2441,1	9679	0,732
6	5507	0,392	6580,4	12975	0,924
7	4804	0,342	3434,1	11517	0,819
8	6371	0,443	2801,9	14692	1,022
9	9796	0,678	1854,3	22508	1,559
Deutschland	**5768**	**0,416**	**37050,3**	**12775**	**0,921**

Daten abgeleitet nach: (Hautzinger 1999), (BBR 1999), Kreistypen: 1 = Kernstädte in Agglomerationsräumen, 2 = Hochverdichtete Kreise in Agglomerationsräumen, 3 = Verdichtete Kreise in Agglomerationsräumen, 4 = Ländliche Kreise in Agglomerationsräumen, 5 = Kernstädte in Verstädterten Räumen, 6 = Verdichtete Kreise in Verstädterten Räumen, 7 = Ländliche Kreise in Verstädterten Räumen, 8 = Ländliche Kreise höherer Dichte in Ländlichen Räumen, 9 = Ländliche Kreise geringerer Dichte in Ländlichen Räumen; EW = Einwohner.

Aus den Daten der Tabelle 8.2 wird deutlich, dass die Unterschiede der mittleren Fahrleistung in Privat-Pkw pro Einwohner sowie der mittleren Fahrleistung in Privat-Pkw pro Wohneinheit (WE) zwischen den einzelnen Kreistypen z.T. sehr erheblich sind. Im Kreistyp 9 (Ländliche Kreise geringerer Dichte in Ländlichen Räumen) liegt der Wert bezogen auf Einwohner rund doppelt so hoch im Vergleich zu Kreistyp 1 (Kernstädte in Agglomerationsräumen). Bei Auswertung der Daten für die mittlere Fahrleistung in Privat-Pkw pro Wohneinheit (WE) sind die Unterschiede zwischen diesen beiden Kreistypen noch höher (nahezu Faktor 2,5). Die Ursachen sind in dem starken Stadt-Land-Gefälle hinsichtlich des Bestandes an Privat-Pkw je Einwohner bzw. je Wohneinheit zu finden.

Hinsichtlich der mittleren Fahrleistung in Privat-Pkw pro Einwohner sowie der mittleren Fahrleistung in Privat-Pkw pro Wohneinheit kann demnach eine hohe Signifikanz hinsichtlich siedlungsstruktureller Merkmale (hier Kreistypen) festgestellt werden. Über die Größe mittlere Fahrleistung in Privat-Pkw pro WE wäre eine direkte Anbindung an die Datenbank des Stoffstrommodells BASiS-2 vorstellbar.

Für eine angemessene Bilanzierung der über die Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur durch den Verkehr (ausschließlich Privatverkehr) verursachten Umweltbelastungen im Stoffstrommodell BASiS-2 wären jedoch darüber hinaus Informationen über die Fahrleistungen im ÖPNV, mit der Deutschen Bahn etc. - wiederum strukturiert nach siedlungsstrukturellen Kreistypen - notwendig. Es kann davon ausgegangen werden[173], dass bei diesen Verkehrsträgern ebenfalls erhebliche Unterschiede der mittleren Fahrleistungen je EW bzw. je WE zwischen den Kreistypen vorliegen.

Entsprechende Daten (wie für die Privat-Pkw, vgl. Tabelle 8.1) liegen jedoch z.B. für den ÖPNV nicht vor (Schmied 2001). Über die Fahrleistungen des ÖPNV wird vom

[173] Unter anderem aufgrund fehlender U-Bahn-, S-Bahn- oder sonstiger ÖPNV-Verbindungen in ländlichen Räumen im Gegensatz zu Kernstädten.

Verband Deutscher Verkehrunternehmen (VDV) zwar eine Statistik geführt (VDV 2000), welche jedoch in seiner räumlichen Struktur nicht kompatibel mit der Struktur der siedlungsstrukturellen Kreistypen ist.

Darüber hinaus sind Informationen über die mittleren Fahrleistungen auf der Ebene der siedlungsstrukturellen Kreistypen allein nicht ausreichend, um auf die jeweiligen spezifischen Umweltbelastungen durch den Personenverkehr (Wohnortprinzip) Rückschlüsse zu ziehen. Hierfür wäre u.a. eine statistische Erfassung des PKW-Bestandes auf der Ebene der siedlungsstrukturellen Kreistypen nach den Kategorien Diesel- bzw. Ottomotor, Fahrzeugklasse (kleiner, mittlerer bzw. großer Pkw-Typ) und Schadstoffklasse notwendig, da substantielle Unterschiede hier nicht per se ausgeschlossen werden können.

Darüber hinaus müssten die Fahrleistungen auf der Ebene der siedlungsstrukturellen Kreistypen im Hinblick auf die anteiligen Fahrleistungen auf unterschiedlichen Straßenkategorien (Autobahn, Bundesstraße, innerörtliche Straßen etc.) differenziert werden. Das vom Umweltbundesamt herausgegebene „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (INFRAS, IFEU 1999) bzw. die im Umweltbundesamt vorliegende Datenbank TREMOD[174] weisen für alle diese Aspekte unterschiedliche Emissionsfaktoren und damit spezifische Umweltbelastungen aus. Ohne Kenntnisse dieser Informationen (spezifisch für die Ebene der Kreistypen) und deren Berücksichtigung für die Modelldatenbank von BASiS-2 würden ggf. wichtige Unterschiede der Umweltbelastungen zwischen den siedlungsstrukturellen Kreistypen nicht ermittelt werden.

Die bisher geschilderten Aspekte bezogen sich auf Datenfragen, die zunächst in erster Linie für eine angemessene Datenstrukturierung für das Ausgangsjahr (2000) in BASiS-2 von Relevanz sind. Bilanzierungen mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 zielen jedoch darauf zukünftige Entwicklungen von Umweltbelastungen für verschiedene Szenarien über die Zeit abzubilden. Interessant ist in diesem Zusammenhang eine Veröffentlichung von Holz-Rau (2001). Die Ergebnisse dieser Auswertung von Holz-Rau (2001) zeigen eindeutig, dass die Zugehörigkeit der Haushalte zu einem Wohnorttyp (der z.B. durch die siedlungsstrukturellen Kreistypen der BBR definiert werden kann) nicht die einzig entscheidende Größe für die spezifischen Fahrleistungen darstellt. Insbesondere der vorherige Wohnort (vor allem verdeutlicht am Beispiel ehemaliger Bewohner Berlins, die nun in den diversen Randgemeinden leben) spielt dabei eine große Rolle. Es zeigen sich erhebliche Unterschiede bei den Verkehrsaktivitäten zwischen „alt eingesessenen“ und „zugezogenen“ Haushalten. Dies gilt nicht nur für den Berufsverkehr sondern auch für den Einkaufs- und Freizeitverkehr.

Eine einfache Fortschreibung der Ist-Daten aus Tabelle 8.2 zu den mittleren Fahrleistungen von Privat-Pkw je WE und Jahr in BASiS-2 durch einfache Ankopplung

[174] Die Datenbank TREMOD geht in der Detailtiefe über das Handbuch hinaus.

an die Entwicklung des Bestandes an WE in den einzelnen Kreistypen (bzw. in BASiS-2: Raumtypen) würde die von Holz-Rau (2001) festgestellten Effekte der Wanderungsbewegungen zwischen den Wohnorttypen (bzw. im Falle von BASiS-2: Raumtypen) unzulässigerweise außer Acht lassen.

Für eine Anbindung der durch den Privatverkehr verursachten Umweltbelastungen (Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur) im Stoffstrommodell BASiS-2 wäre eine umfangreiche Recherche über die genauen Zusammenhänge und Ursachen zu den Daten der Größe mittlere Fahrleistung (der Privat-Pkw sowie jeweils für andere Verkehrsträger) pro WE notwendig gewesen – insbesondere im Hinblick auf wichtige Einflüsse auf die zukünftige Entwicklung. Diese zusätzlichen Kapazitäten standen im Rahmen des Projektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ nicht zur Verfügung. In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt wurde daher im Rahmen dieses Projektes von einer zusätzlichen Anbindung der Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur an das Stoffstrommodell BASiS-2 Abstand genommen, da der skizzierte Rechercheaufwand nicht vertretbar war.

Es ist wichtig zu betonen, dass eine Anbindung der Nutzungsphase der Verkehrsinfrastruktur und damit die Abbildung der damit verbundenen Umweltbelastungen in BASiS-2 prinzipiell möglich wäre, wenn die Größe mittlere Fahrleistung je WE und Jahr (jeweils in Privat-Pkw sowie weiteren relevanten Verkehrsträgern) auf der Ebene von Raumtypen (gebildet aus Kreistypen) herangezogen wird. Die Problematik ist daher weniger bei der Realisierung der Anbindung im Stoffstrommodell BASiS-2 zu suchen, sondern vielmehr in einem erheblichen Bedarf an notwendigen differenzierten Daten und Informationen (vgl. oben), die z.Zt. nicht bzw. nur unzureichend vorhanden sind.

Das Ergebnis des Prüfauftrags bestätigt die Relevanz der damit verbundenen Fragestellung (vgl. Daten in Tabelle 8.2). Für die skizzierten Datenfragen ist aufgrund der festgestellten Relevanz ein wesentlicher Forschungsbedarf für die Zukunft festzustellen.

9 Literatur

Albrecht, T. (2001): Dimensionierung von technischer Infrastruktur für Typen der Bebauung im Rahmen von Stoffstromuntersuchungen. Diplomarbeit am Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau der Technischen Universität Dresden.

Arlt, G.; Lehmann, I.; Stutzriemer, S. (1996): Die ökologische Dimension des Stadt-Umland-Verkehrs, Teil: Flächeninanspruchnahmen in ostdeutschen Großstadtregionen. IÖR-Schriften, Heft 20. Dresden: Institut für ökologische Raumentwicklung.

Baugesetzbuch (BauGB), in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. August 1997 (BGBl. I, S. 2141, ber. BGBl. 1998 I, S. 137).

BBR (1999): Böltken, F. et al.: Aktuelle Daten zur Entwicklung der Städte, Kreise und Gemeinden, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Ausgabe 1999, Bonn.

BBR (2001a): Jahresergebnisse Siedlungsflächenentwicklung, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn 2001.

BBR/IÖR (2001): Iwanow, I.; Metzmacher, M.; Schmidt, R.; Waltersbacher, M.: Zukünftige Wohnungsnachfrage und Neubaubedarf in Ost- und Westdeutschland, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) (Hrsg.). IÖR-Texte, Nr. 133, Dresden.

Beckmann, G.; Dosch, F.; Müller-Kleißler, R.; Rach, D. (1999): Baulandumfrage 1997/98 des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung. Arbeitspapiere/BBR, 7/1999. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Bonn.

Berning, M.; Braum, M.; Lütke-Daldrup, E.; Schulz, K.-D. (1994): Berliner Wohnquartiere: ein Führer durch 60 Siedlungen in Ost und West. 2. Auflage. Berlin: Dietrich Reimer Verlag.

BMBau (1986), Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Baulandbericht 1986. Schriftenreihe “Städtebauliche Forschung”, Band 03.116. Bonn. Eigenverlag.

Böltken, F.; Schneider, N.; Spellerberg, A. (1999): Wohnen – Wunsch und Wirklichkeit. Subjektive Prioritäten und subjektive Defizite als Beitrag zur Wohnungsmarktbeobachtung. In: RaumPlanung Heft 2, S. 141-156.

Braumann, C. (1988): Siedlungsstruktur und Infrastrukturaufwand. Auswirkungen unterschiedlicher Siedlungsstrukturen auf den Aufwand für die kommunale Infrastruktur, gezeigt an ausgewählten Salzburger Gemeinden. Salzburg.

Brüssing (1996): Sanierung erdverlegter Trinkwasserleitungen. Zeitschrift Wasserwirtschaft Wassertechnik, Heft 7/96.

Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.) (1998): Aktuelle Daten zur Entwicklung der Städte, Kreise und Gemeinden. BBR-Berichte, Bd. 1, Bonn. Eigenverlag.

Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung (BfLR) (Hrsg.) (1996): Raumordnungsprognose 2010. Bonn. Eigenverlag.

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.), Forschungsgruppe Stadt und Dorf (Bearb.) (2000): Baulandbereitstellung, Rechtstatsachenforschung zur Entwicklung, Erschließung und Finanzierung von Bauland. Berlin.

Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland – unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, Bundesregierung.

Dammrath, Cord, Landwehr (1992): Wasserversorgung. 10. Auflage. Stuttgart, Verlag Teubner.

Deilmann, C. et al. (2001): Nachhaltige Entwicklung des Wohnungsbestandes in sächsischen Groß- und Mittelstädten. Entwicklungsszenarien ausgewählter Wohngebiete unter ressourcen- und nutzungsorientierten Aspekten (NAWO). Endbericht (www.ioer.de/Nawo).

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb); Richtlinie „Beton mit rezykliertem Zuschlag, Teil 1 Betontechnik, Teil 2: Betonzuschlag aus Betonsplitt und Betonbrechsand (Ausgabe: August 1998).

difu (2001a): Nachhaltige Ressourcenschonung – Flächenmanagement / Flächenrecycling. Aktuelle Hemmnisse und Lösungsansätze in den deutschen Städten. Deutsches Institut für Urbanistik Berlin: unveröffentlicht.

difu (2001b): Apel, D.; Böhme, C.; Meyer, U.; Preisler-Holl, L.; Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung. Deutsches Institut für Urbanistik im Auftrag des Umweltbundesamts. Berlin.

DIN 18196 (1988): DIN 18196 - Erd- und Grundbau; Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. Ausgabe 1988-10. Berlin, Beuth Verlag.

DIN 1998 (1978): Unterbringung von Leitungen und Anlagen in öffentlichen Flächen: Richtlinie und Planung. Ausg. 5. Berlin: Beuth Verlag.

Döhler, Reuter (1999): Arbeitshilfe zur nachhaltigen kommunalen Wohnentwicklungsplanung im engeren Verflechtungsraum Brandenburg-Berlin. Potsdam. Eigenverlag.

Dosch (1994): Dosch, F.; Müller-Kleißler, R.; Die Flächenerhebung 1993. BBR-Arbeitspapiere, 11/1994. Bonn.

EAE (85/95): Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1995); Empfehlungen zur Anlage von Erschließungsstraßen EAE 85/95. Ausgabe 1985, ergänzte Fassung 1995. Köln.

Enquete (1998): Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des Deutschen Bundestages (Hrsg.): Konzept Nachhaltigkeit – vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages (1998), Deutscher Bundestag – Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.) Bonn 1998.

Enquete (2003): Bericht der Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des 14. Deutschen Bundestags, Berlin.

ExWoSt (1997): Qualitätsvereinbarung „Städte der Zukunft“ (1997), in ExWoSt – Informationen zum Forschungsfeld Städte der Zukunft, 22.2., Bonn.

Feist (2000): Feist, W.; Passivhaus Institut (Hrsg.); Tagungsband 4. Passivhaustagung; 1. Auflage, Kassel.

Feuck (1998): Feuck, J.; Die Forscher sind alles andere als Betonköpfe – In Darmstadt entsteht ein Gebäude aus purem Recycling-Beton. TU leitet die Begleitforschung. Frankfurter Rundschau, 13.03.1998.

Gassner, E.; Heckenbücker, B.; Thünker, H. (1986): Entwicklung des Erschließungsaufwandes nach Flächeninanspruchnahme, Bau- und Bodenkosten: Eine Untersuchung für Verhältnisse im Verdichtungsraum und im ländlichen Siedlungsraum. Forschungsbericht. Informationszentrum Raum und Bau, Fraunhofer-Gesellschaft, IRB, T 1845. Stuttgart: IRB Verlag.

Gassner, E.; Thünker, H. (1992): Die technische Infrastruktur in der Bauleitplanung (zweite, erweiterte Auflage). Berlin: Institut für Städtebau.

Geisendorf, C.-E.; Schrepp, J.; Stanescu, A.; Tünshoff, H. (1983): Dichte individuelle Wohnbauformen: eine systematische Beispielsammlung. Niederteufen: Verlag Arthur Niggli.

Genzmer, E. (1887/1900)): Die städtischen Straßen. Erstes und Zweites Heft. Stuttgart: Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung.

GEMIS: Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme – Computermodell und Datenbasis für Energie, Stoff- und Transportsysteme (http://www.oeko.de/indexb.html).

Gürschner, R.; Benzel, M. (1915): Der städtische Tiefbau: Hilfs- und Nachschlagebuch für das Entwerfen und den Bau städtischer Straßen-, Wasserversorgungs- und Entwässerungsanlagen. Leipzig: Verlag von B. G. Teubner.

Hautzinger (1999): Hautzinger, H.; Heidemann, D.; Krämer, B.: Räumliche Struktur der Pkw-Fahrleistungen in der Bundesrepublik Deutschland – Fahrleistungsatlas –

Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V. (IVT), Heilbronn, Untersuchung i.A. des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn.

Hentschel, A.(1997): Zerstörerische Liebe. Warum das Einfamilienhaus an der Peripherie allen Stadtideen trotzt. In: Stadtforum, Journal der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie des Landes Berlin, Nr. 27/1997.

Herz, R. (1996): Erneuerungsbedarfsprognosen für alternde Wasserrohrnetze. In: bbr – Wasser- und Rohrleitungsbau, Heft 12/1996, S. 25 ff.

Hettenbach, P. (1991): Anfall und Wiederverwendbarkeit von abgängigen mineralischen Baustoffen und Erdaushub. Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), Fak. f. Bauingenieur- u. Vermessungswesen. Karlsruhe.

HHU (1996): (Heimer+Herbststreit Umweltplanung)/DIW (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung) 1996: Nutzungskonflikt Kalksteingrabung – Naturschutz, Bochum/Berlin.

Hissnauer (1997): Grundlagen und Perspektiven einer nachhaltigen Bauwirtschaft – Phase A: Zustandsanalyse des für die Bauwirtschaft relevanten Ressourcenverbrauchs (Ökologische und Ökonomische Relevanz). Hissnauer, P; Motzko-Lisy, F.; Tröger, S.; Philipp Holzmann AG; IMS Ingenieurgesellschaft mbH; Frankfurt am Main.

Hoffmann, T. (1991): Die technische Erschließung des Waldstraßenviertels in Leipzig. Diplomarbeit, TU Dresden, Sektion Bauingenieurwesen, Wissenschaftsbereich Technische Erschließung.

Holst, M. (1999): Kosten-Controlling in der kommunalen Infrastrukturplanung – Chance für eine ressourcenschonende Siedlungsentwicklung? In: Bergmann, A.; Einig, K.; Hutter, G.; Müller, B.; Siedentop, S. (Hrsg.): Siedlungspolitik auf neuen Wegen. Steuerungsinstrumente für eine ressourcenschonende Siedlungsentwicklung, S. 223-242. Berlin: Edition Sigma.

Holst, M.; Hogrebe, P.; Krüger, M. (1997): Erschließungskosten von neuen Wohn- und Mischgebieten im Städtevergleich. Untersuchung im Auftrag des Ministeriums für Stadtentwicklung, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

Holz-Rau (2001): Holz-Rau, C.; Geier, S.; Krafft-Neuhäuser, H., Randwanderung und Verkehr, Internationales Verkehrswesen (53), 1-2/2001.

INFRAS, IFEU (1999): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 1.2, 1999, Umweltbundesamt (Hrsg.), Berlin.

IWU (1996): Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

IWU (1999): Heizenergie im Hochbau – Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung; Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Hessisches Umweltministerium (Hrsg.), Wiesbaden.

Kahnert, R.; Rudowsky, K. (1999): Wiedernutzung von Brachflächen. Eine Dokumentation von Fallbeispielen. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung. Stuttgart.

Keding, H. (1997): Vergleich der Kosten von baureifen Wohnbauflächen auf innerstädtischen Brachflächen mit Altlasten und auf ehemaligen Freiflächen am Ortsrand. In: Scheidler, T.: Wohnquartiere auf innerstädtischen Brachflächen. ILS-Schriften, 105, S. 61-74. Dortmund.

Kirschenmann, J. C.; Muschalek, C. (1977): Quartier zum Wohnen: bauliche und sozial-räumliche Entwicklung des Wohnens. Wohnquartiere aus dem 3. Viertel des 20. Jahrhunderts als Stadtumbau, Stadterweiterung, Stadtneubau mit Analyse der Wohnbaustrukturen. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.

Kleindienst, G.; Schatzer, E. (1991): Bebauungsformen für die Stadterweiterung: Beispiele und städtebauliche Kennwerte. Beiträge zur Stadtforschung, Stadtentwicklung und Stadtgestaltung, Bd. 27. Wien: Magistrat der Stadt Wien, Magistratsabt. 18, Stadtstrukturplanung.

Kühn, M. (1999): Stadt in der Landschaft – Landschaft in der Stadt. Nachhaltige Stadtentwicklung zwischen Flächensparen und „Wohnen im Grünen“. In: Informationen zur Raumentwicklung, H. 7/8 (1999).

Losch, S. (1999a): Zukünftige Wohnungs- und Wohnbaulandumfrage in der Bundesrepublik Deutschland. In: Hassler, U.; Kohler, N.; Wang, W. (Hrsg.): Umbau – über die Zukunft des Baubestandes, S. 78-85. Tübingen, Berlin: Ernst Wasmuth Verlag.

Losch, S. (1999b): Nutzungsanspruch Wohnen. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) (Hrsg.): Flächenhaushaltspolitik. Feststellungen und Empfehlungen für eine zukunftsfähige Raum- und Siedlungsentwicklung. Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 208, S. 31-41. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

Luers, H. (2000): Aufgaben und Ziele einer bestandsorientierten sozialen Wohnungspolitik. In: Michels, W.; van Suntum, U. (Hrsg.): Bestandsorientierung der sozialen Wohnungspolitik. Münsteraner Wohnungswirtschaftliche Gespräche, Band 10, S. 1-21. Münster.

Lütke-Daldrup, E. (1989): Bestandsorientierter Städtebau, Möglichkeiten, Auswirkungen und Grenzen der Innenentwicklung. Dortmund.

Menkhoff, H.; Blum, A.; Bendisch, E.; Wente, E. (1979): Städtebauliche Verdichtung und ihre Bewertung. Querschnittsuntersuchung von Demonstrativbauvorhaben. Schriftenreihe “Versuchs- und Vergleichsbauten und Demonstrativmaßnahmen” des

Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Heft 01.067. Bonn: Eigenverlag.

Müller (1997): Kosten-Nutzen-Untersuchungen vorbeugender Rohrnetzuntersuchungen am Beispiel des Wasserrohrnetzes der Stadt Chemnitz. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Stadtbauwesen der TU Dresden.

Müller, W.; Korda, M. (Hrsg.) (1999): Städtebau – technische Grundlagen. 4. neu bearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Nachbarschaftsverband Karlsruhe (1999): Flächennutzungsplan 2010. Vorentwurf April 1999. Karlsruhe.

Öko-Institut (1998): Buchert, M.; Fritsche, U.; Jenseit, W.; Rausch, L.; Bedürfnisse und Stoffströme – Bauen und Wohnen; Broschüre des Öko-Instituts im Auftrag des Umweltbundesamts.

Öko-Institut (1999): Buchert, M.; Fritsche, U.; Gensch, C.-O.; Grießhammer, R.; Jenseit, W.; Rausch, L.; Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der Nachhaltigen Entwicklung – Endbericht und Anhangband (Forschungsbericht 295 92 148, UBA-FB 99-059) erschienen in der Reihe „Texte“, 47/99, im Auftrag des Umweltbundesamts.

Öko-Institut (2000a): Buchert, M.; Jenseit, W.; Stahl, H.; Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.), Kiel.

Öko-Institut (2000b): Brohmann, B.; Cames, M.; Herold, A.; Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten - Band 1: Private Haushalte, i.A. des Umweltbundesamts, Forschungsbericht 204 01 120, Freiburg/Darmstadt/Berlin.

Öko-Institut (2001): Fritsche, U.; Gensch, C.-O.; Jenseit, W.; Hochfeld, C.; Knies, S.; Lenz, V.; Rausch, L.; Schmied, M.; Schmidt, M; Schmitt, B.; Stahl, H.; Wiegmann, K.; Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS), Version 4.07, Kurzbericht inkl. CD-ROM, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), Wiesbaden.

Öko-Institut (2002): Buchert, M.; Rheinberger, U.; Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein – Maßnahmen und Instrumente, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

Pahl-Weber, E. (2000): Neues Wohnen im Bestand – Potenziale und Strategien für die Stadt der Zukunft, Pilotprojekt im Rahmen des Experimentellen Wohnungs- und Städtebaus (ExWoSt) „Städte der Zukunft“, Stadt Münster (Hrsg.). In: „Beiträge zur Stadtforschung – Stadtentwicklung – Stadtplanung“, 1/2000.

Petzinger, T. (2000): Städte setzen Leitbilder in der Planung ein. In: Der Städtetag, Heft 11, S. 30-34.

Pfeiffer (1999): Pfeiffer, U.; Simons, H.; Der Immobilienmarkt im neuen Jahrtausend – langfristige Trends und Visionen. empirica, Wirtschaftsforschung und Beratung GmbH, Berlin; Bayerische Landesbank – LBI Landesbank Immobilien – Immobilien Research (Hrsg.), München.

Pfeiffer (2000): Pfeiffer, U.; Porsch, L.; Simons, H.; Wohnungswirtschaftlicher Strukturwandel in den Neuen Bundesländern – Bericht der Kommission. Wissenschaftliche Begleitung: empirica, Wirtschaftsforschung und Beratung GmbH, Berlin, i. A. des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

Planungsgruppe 504 (1994): Grundlagen für ein Dichte-Modell München. Gutachten im Auftrag der Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bodenordnung. München. Prognos (Prognos AG) 1996: Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa - Perspektiven bis zum Jahr 2020, Studie i.A. des Bundesministers für Wirtschaft, Basel.

Prognos (1996): Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa - Perspektiven bis zum Jahr 2020, Prognos AG, Studie i.A. des Bundesministers für Wirtschaft, Basel.

Prognos /EWI (1999): Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, Prognos AG, Energiewirtschaftliches Institut Universität Köln i.A. des BMWi, Basel/Köln (Kurzfassung im Internet unter http://www.bmwi.de).

RASt (1944): Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V. – Arbeitsgruppe Planung, Straßengestaltung und Verkehr; Vorläufige Richtlinie für den Ausbau von Stadtstraßen (RASt). Berlin: Volk und Reich Verlag.

RAST (1953): Regelungen nach RAST Ausgabe 1953. In: Westmeyer, R. (1956): Stadtstraßen. Westermann.

RAST-Q (1968): Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V. – Arbeitsgruppe Planung und Verkehr – Stadtstraßen; Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RAST): Teil: Querschnittsgestaltung (RAST-Q). Bad Godesberg: Kirschbaum Verlag.

RAST-E (1971): Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V. – Arbeitsgruppe Planung und Verkehr – Stadtstraßen; Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RAST): Teil: Erschließung (RAST-E). Bonn-Bad Godesberg: Kirschbaum Verlag.

Rauterberg (2002): Rauterberg, H.; Leben im unheimlichen Heim. In: Die Zeit, 19/2002.

RIST (1966 ff.): Bauakademie der DDR (Hrsg.); Richtlinie für Stadtstraßen (RIST). Berlin: Bauinformation.

RIST (1981): Bauakademie der DDR (Hrsg.); Richtlinie für Stadtstraßen (RIST). Teil II: Bemessung und Gestaltung städtischer Verkehrsanlagen. 1. Auflage, Berlin: Bauinformation.

RStO 86/89: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1997): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Straßenverkehrsflächen (RStO). FSGV-Verlag, Köln.

Schmied (2001): Persönliche Mitteilung Martin Schmied (Öko-Institut e.V.) vom 09.02.2001.

Schmitz, A. (2001): Microtunneling - eine Marktanalyse. Tiefbau – Ingenieurbau – Straßenbau 02/2001, S.17 ff.

Schnüll, R.; Janssen, S. (1999): Möglichkeiten der Kostenreduzierung bei der Verkehrserschließung von Grundstücken und Gebäuden. Fraunhofer IRB-Verlag.

Schultz (2001): Schultz, I.; Ankele, K.; Buchert, M.; Dopfer, J.; Götz, K.; Ebinger, F.; Jenseit, W.; Schilling, A.; Steinfeld, M.; Stieß, I.; Nachhaltiges Sanieren im Bestand – integrierte Dienstleistungen für zukunftsfähige Wohnstile. Institut für sozial-ökologische Forschung GmbH (ISOE), Öko-Institut e.V., Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH (IÖW), Nassauische Heimstätte – Gesellschaft für innovative Projekte im Wohnungsbau mbH (nhgip), Nassauische Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Frankfurt am Main.

Spiekermann, K. (2000): Räumliche Leitbilder in der kommunalen Planungspraxis. In: AfK, Heft II, S. 289-311.

Stadtentwicklungsbehörde Hamburg (Hrsg.) (2000): Weiterentwicklung von Wohnsiedlungen durch Nachverdichtung, Leitfaden zur Projektberatung. Hamburg.

Statistisches Bundesamt (1988): Tabellenprogramm der Gebäude- und Wohnungszählung 1987. Kreisstatistik (Mindestveröffentlichungsprogramm der Bundesländer). Statistisches Bundesamt, Abteilung VII. Eigenverlag.

Statistisches Bundesamt (1990): Gebäude- und Wohnungszählung vom 25. Mai 1987. Bautätigkeit und Wohnungen. Fachserie 5, Heft 3: Gebäude und Wohnungen. Teil 2: Struktur und Belegung des Wohnungsbestandes. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Bundesamt (1997): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung 1997. Methodische Erläuterungen und Eckzahlen. Auszug aus der Fachserie 3, Reihe 5.2, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (1999): Bautätigkeit und Wohnungen. Fachserie 5, Reihe 1: Bautätigkeit 1997. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Bundesamt (2000a): 50 Jahre Wohnen in Deutschland – Ergebnisse aus Gebäude- und Wohnungszählung. Stichproben, Mikrozensus-Ergänzungserhebungen und Bautätigkeitsstatistiken. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (1977): Statistische Berichte, Reihe H: Gemeindestraßen 1976.

STRAGIS: Landeshauptstadt Dresden (1996); STRAGIS 1.1K - Straßendatenbank der Landeshauptstadt Dresden.

TGL 21 900 (1987): Fachbereichsstandard der DDR – Regelachslasten und Belastungsklassen.

Thamling (2003): Thamling, Nils; Potenzial der energetischen Nutzung von Schwach- und Restholz aus nachhaltiger Forstwirtschaft in Deutschland; Diplomarbeit an der TU Berlin, Fakultät III, Fachgebiet Energiesysteme im Rahmen des Projektes Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse (Öko-Institut e.V. et al.). BMU-Forschungsvorhaben im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramm (ZIP) der Bundesregierung; www.oeko.de/service/bio .

Tröger (1997): Tröger, S.; Hissnauer, P.; Mühlmann, R.; Motzko-Lisy, F.; Ogrin, O.; Schykowski, M.; Bockelmann, A.; Grundlagen und Perspektiven einer nachhaltigen Bauwirtschaft, Philipp Holzmann AG, IMS Ingenieurgesellschaft, Förderung durch BMBF; Neu-Isenburg.

UBA (2002): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – die Zukunft dauerhaft umweltgerecht gestalten, Arbeitsgruppe „Agenda 21/Nachhaltige Entwicklung“ des Umweltbundesamts, Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 2002.

VDV (2000): VDV Statistik 1999, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) 2000.Vogel (1988): Der Einfluß städtebaulicher Strukturtypen auf den stadttechnischen Erschließungsaufwand im Rahmen der innerstädtischen Umgestaltung. Diplomarbeit. TU Dresden.

Wiegandt, C. C. (1997): Stadtumbau auf Brachflächen – damit es zukünftig nicht mehr 100 Fußballfelder am Tag sind. In: Informationen zur Raumentwicklung, 8/9, S. 621-642.

ZTVE-StB: Bundesanstalt für Straßenwesen (1997): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau (ZTVE-StB), Ausgabe 1994, Fassung 1997. FSGV-Verlag, Köln.

10 Glossar

ABL	Alte Bundesländer
Arrondierungsflächen	Unbebaute Flächen am Ortsrand, die durch eine bauliche Nutzung zur Abrundung des Siedlungsraums beitragen können
Außenentwicklung	Entwicklung von Bautätigkeit "auf der grünen Wiese". Die Außenentwicklung weist den vollen Bedarf an Bauland, Infrastruktur und Stoffströmen auf.
Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes	In ihrer baulich-räumlichen Erscheinung und Bebauungsdichte idealtypische Bebauungsformen, welche die statistisch differenzierbaren Teilbestände mit hinreichender Genauigkeit charakterisieren
Bedürfnisfeld	In Bedürfnisfeldern wie „Bauen und Wohnen“, „Mobilität“, „Ernährung“ etc. lassen sich die Bedürfnisse der Menschen zusammenfassen. Der Bedürfnisfeldansatz erlaubt die Analyse von Stoff- und Energieströmen, die für die Befriedigung von Bedürfnissen – wie Wohnen ausgelöst werden.
Brachflächen	Größere Bauland - "Lücken", z.B. aufgegebenes Gewerbegebiet: Brachflächen (bzw. Brachen) sind in BASiS-2 ein Sammelbegriff für alle Arten infrastrukturrelevanter Innenentwicklung.
Bruttowohnbauland	Das Bruttowohnbauland besteht aus der für wohnbauliche Zwecke genutzten Grundstücksfläche und der Flächen für die innere Erschließung samt Grünflächen und Gemeindebedarfsflächen.
DN	Nenndurchmesser – für die Bemessung von Leitungsnetzen maßgebliche innere Durchmesser von Rohrleitungen
Eigentümerwohnungen	Eigentümerwohnungen sind eigengenutzte Wohnungen in Ein- Zwei- und Mehrfamilienhäuser sowie eigengenutzte Eigentumswohnungen
Eigentumswohnungen	Eigentumswohnungen sind Wohneinheiten (i.d.R. in Mehrfamilienhäuser), an denen durch Eintragung im Grundbuch Sondereigentum nach dem Wohnungseigentumsgesetz begründet worden ist.

Erschließungsaufwand	Spezifische Größe, welche die Verkehrserschließungsfläche und Längen von Ver- und Entsorgungsleitungen auf eine definierte Einheit, wie m^2 Wohnfläche, Geschossfläche, Wohnungen, oder Einwohner bezieht.
GEMIS	Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Computerprogramm zur Prozessketten-modellierung und Berechnung von Lebenszyklen (vgl. www.gemis.de). Es berechnet u.a. die Ressourcennachfrage, Emissionen und Reststoffe der in der GEMIS-Datenbank enthaltenen Prozesse.
GEMIS Prozesse	Die Umweltauswirkung der Nachfrage von Baustoffen und Wärme wird durch Ankopplung an GEMIS Prozesse bilanziert. Hierzu steht eine Vorauswahl an Prozessen in BASiS-2 zur Verfügung. Die Nachfrage pro Prozess wird unter Ergebnis/GEMIS Nachfragen aufgeführt.
Geringe Nachverdichtung	Kurzform für geringe strukturelle Nachverdichtung.
Geringe strukturelle Nachverdichtung	Nachverdichtung in Ein- bis Zweifamilienhausgebieten, die infrastrukturneutral, d.h. unter Ausnutzung vorhandener Verkehrserschließungsflächen erfolgen kann.
Geschossfläche	Summe der nach den Außenmaßen der Gebäude in allen anrechenbaren Geschossen –den Vollgeschossen- ermittelte Fläche. Die Regelungen zur Ausweisung von Vollgeschossen sind in landesrechtlichen Vorschriften geregelt.
Geschossflächendichte (GFD)	Die Geschossflächendichte (GFD) bezeichnet das Verhältnis der Summe aller Geschossflächen zur Grundstücksfläche (Nettowohnbauland). Die Geschossflächendichte (GFD) entspricht der Geschossflächenzahl (GFZ), welche aber eine Planungsgröße repräsentiert.
Infrastruktur-Bauelement	Infrastrukturtypen setzen sich aus Infrastruktur-Bauelementen zusammen (m² Fahrbahn, m Abwasserrohr, etc.) Die Infrastruktur-Bauelemente sind hinsichtlich Geometrie Baustoffzusammensetzung im Infrastruktur-Bauelementekatalog beschrieben.

Infrastrukturmodul	Gebäudebezogene Stoffkennwerte der inneren Wohngebietserschließung
Infrastrukturtyp	Bei der stoffstromorientierten Modellentwicklung werden 4 Typen der stadttechnischen Infrastruktur unterschieden: Straße (Fahrbahn), Fußweg, Trinkwasser, Abwasser.
Innere Erschließung	Zur inneren Erschließung zählen die Anlagen, die innerhalb eines baulich genutzten Gebietes liegen und die für die Erschließung dieses Gebietes notwendig sind. Hierbei handelt es sich um Verkehrsanlagen (Wohnstraßen, Wohnwege, öffentliche Stellflächen), Ver- und Entsorgungsanlagen (Abwasserkanäle etc.) und öffentliche Grünflächen. Öffentliche Grünflächen sind in der Definition und Bilanzierung innerhalb dieses Projektes ausgespart.
Nachverdichtung	Im Rahmen von BASiS-2 verwendeter Sammelbegriff für infrastrukturneutrale Maßnahmen der Innenentwicklung (geringe strukturelle Nachverdichtung, kleinteilige Baulückenschließung, Anbau an bestehende Gebäude).
NBL	Neue Bundesländer
Nettowohnbauland	Das Nettowohnbauland bezeichnet die für wohnbauliche Zwecke genutzte Grundstücksfläche.
Nutzwärmebedarf	Der Nutzwärmebedarf (kWh/m^2) beschreibt den Energiebedarf für die angestrebte Dienstleistung (warmer Raum). Er berücksichtigt nicht die Umwandlungsverluste von der Endenergie (z.B. Erdgas, Heizöl. Strom) in die Nutzwärme.
Raumtypen	Regionen mit annähernd vergleichbarer derzeitiger und erwarteter Verdichtungssituation.

Siedlungs- und Verkehrsfläche	Die Siedlungs- und Verkehrsfläche wird im Rahmen der Flächenerhebung (Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Bodennutzung) alle vier Jahre ermittelt. Diese Statistik basiert auf den Einträgen der Liegenschaftskataster und wird nach einem bundeseinheitlichen Nutzungsartenverzeichnis ausgewiesen. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche umfasst die Gebäude- und Freifläche, die Betriebsfläche ohne Abbauland, die Erholungsfläche, die Verkehrsfläche sowie Friedhofsflächen.
Städtebauliche Nachverdichtung	Nachverdichtung im Geschosswohnungsbau, die verbunden ist mit einer Neuordnung und Neuerschließung von Grundstücken, d.h. die unter Errichtung zusätzlicher Verkehrserschließungsflächen erfolgt.
Starke strukturelle Nachverdichtung	Nachverdichtung in Ein- bis Zweifamilienhausgebieten, die infrastrukturrelevant ist, d.h. unter Errichtung zusätzlicher Verkehrserschließungsflächen erfolgt.
Stoffstrommodell	EDV-Modell mit eigener Datenbank, mit deren Hilfe der methodische Ansatz der bedürfnisfeldorientierten Stoffstromanalyse operationalisiert wird. BASiS-1 und die Weiterentwicklung BASiS-2 adressieren das Bedürfnisfeld Bauen und Wohnen. Prinzipiell ist eine Anpassung auf andere Bedürfnisfelder möglich.
Strukturelle Nachverdichtung	Nachverdichtung in Ein- bis Zweifamilienhausgebieten, die verbunden ist mit einer Neuordnung von Grundstücken (in Abgrenzung zu Baulückenschließung). Im vorliegenden Projekt wird zwischen geringer und starker struktureller Nachverdichtung unterschieden.
Technische Infrastruktur	Sammelbegriff für die Erschließungsanlagen (Verkehr, Ver- und Entsorgung (Energie, Wasser, Telekommunikation)). Gegenstand dieser Studie sind Anlagen der Verkehrserschließung, der Trinkwasserversorgung und der Abwasserentsorgung.
Verkehrserschließungsfläche	Flächen zur Aufnahme des fließenden und ruhenden (öffentliche Stellplätze im Straßenraum) KFZ-Verkehr, Gehwege, Radwege im Bereich der inneren Wohngebietserschließung

Verkehrserschließungs-aufwand	Spezifische Größe, welche die Verkehrserschließungsfläche auf eine definierte Einheit, wie m^2 Wohnfläche, m^2 Geschossfläche, Wohnungen, oder Einwohner bezieht.
Wohnbaufläche	Die Wohnbaufläche ist eine der im Rahmen der Flächenerhebung erfasste Nutzungsart (siehe Siedlungs- und Verkehrsfläche). Sie bezeichnet denjenigen Teil der Gebäude- und Freifläche, der vorherrschend Wohnzwecken dient. Sie ist damit prinzipiell identisch mit dem Nettowohnbauland.
Wohnfläche	Die Wohnfläche ist die anrechenbare Grundfläche der Räume einer Wohnung.
Wohngebäude	Wohngebäude sind Gebäude die mindestens zur Hälfte der Gesamtnutzfläche zu Wohnzwecken genutzt werden. Das können Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Doppelhaushälften oder Mehrfamilienhäuser sein, aber auch Gebäude, in denen sich neben Wohnungen auch Gewerbeeinheiten befinden. Wohnheime werden nicht als Wohngebäude bezeichnet, sondern bilden eine eigene Kategorie.
Wohngebiet	Im Rahmen dieser Studie wird Wohngebiet im Sinne von „überwiegend wohnbaulich genutzte Gebiete“ verwendet.
Wohngebietsausschnitt	Ausschnitt eines Wohngebietes, der eine einheitliche Bebauungsstruktur (z. B. Zeilenbebauung, Reihenhausbebauung, etc.) aufweist.
Wohneinheit	Die Definition der Wohneinheit (WE) stimmt mit der Definition von Wohnung weitgehend überein. Wohneinheiten müssen jedoch nicht unbedingt über eine Küche bzw. Kochnische verfügen. Da in der Praxis die Zahl der Wohnungen fast übereinstimmt mit der Zahl an Wohneinheiten, werden in BASiS-2 die beiden Begriffe synonym verwendet. WE in Wohnheimen werden in BASiS-2 aufgrund der geringen Gesamtrelevanz nicht berücksichtigt.
Wohnung	Wohnungen sind Wohneinheiten in Gebäuden, wenn sie mit Küche bzw. Kochnische ausgestattet sind.
Wohnungsdichte (WD)	Die Wohnungsdichte gibt die Anzahl der Wohnungen je Hektar Nettowohnbauland wider

Zubau/Neubau	Synonyme für Neubau von Wohneinheiten (WE) ab dem Ausgangsjahr 2000 (incl. WE durch Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden).

Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland

Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“

Kurztitel: Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland
Anhangband zum Endbericht

Projektbetreuer des Umweltbundesamtes:

Karl Otto Henseling

Marina Köhn

Mark Vallenthin

Autoren:

Matthias Buchert (Projektleiter)	(Öko-Institut e.V.)
Uwe Fritsche	(Öko-Institut e.V.)
Wolfgang Jenseit	(Öko-Institut e.V.)
Lothar Rausch	(Öko-Institut e.V.)
Clemens Deilmann	(IÖR Dresden)
Georg Schiller	(IÖR Dresden)
Stefan Siedentop	(IÖR Dresden)
Adrian Lipkow	(TU Dresden)

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 0 0 5 4 3	2.	3. Stoffstrom-management
4. Titel des Berichts Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung – Verknüpfung des Bereiches Bauen und Wohnen mit dem komplementären Bereich „Öffentliche Infrastruktur“ - Anhangband Kurztitel: Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland		

5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Buchert, Matthias; Deilmann, Clemens; Fritsche, Uwe; Jenseit, Wolfgang; Lipkow, Adrian; Rausch, Lothar; Schiller, Georg; Siedentop, Stefan	8. Abschlussdatum November 2003
	9. Veröffentlichungsdatum
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.), Binzengrün 34a, 79114 Freiburg Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) Dresden, Weberplatz 1, 01217 Dresden Technische Universität Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Nürnberger Str. 31A	10. UFOPLAN-Nr. FKZ Nr. 298 92 303/02
	11. Seitenzahl 218
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin	12. Literaturangaben 59
	13. Tabellen und Diagramme 132
	14. Abbildungen 12

15. Zusätzliche Angaben Endbericht, Kurzfassung, sowie CDROM mit EDV-Modell und Datensätzen liegen getrennt vor.
16. Zusammenfassung Der Anhangband zum Endbericht gibt in Ergänzung zum Endbericht detaillierte Informationen zum Datenhintergrund der Szenarien sowie zu den neu in die Datenbank von BASiS aufgenommenen Bauelementen der Infrastruktur. Zusätzlich ist ein detailliertes Handbuch zur Nutzung des Stoffstrommodells BASiS-2 aufgeführt.
17. Schlagwörter Nachhaltige Entwicklung, Stoffstrommanagement, Stoffstromanalyse, EDV-Modell, Stoffffluss, Bedürfnisfelder, Szenarien, Umweltziele, Umweltindikatoren, Bauen und Wohnen, Infrastruktur

18. Preis	19.	20.

Berichts-Kennblatt 06/2000

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 0 0 5 4 3	2.	3. Material Flow Management

4. Report Title
Material-flow related elements for a national concept of Sustainable Development – Linking the construction and housing sector with the corresponding infrastructure – Appendix to the final report

5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s)
Buchert, Matthias; Deilmann, Clemens; Fritsche, Uwe; Jenseit, Wolfgang; Lipkow, Adrian; Rausch, Lothar; Schiller, Georg; Siedentop, Stefan

6. Performing Organisation (Name, Address)

Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.), Binzengrün 34a, 79114 Freiburg
Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) Dresden, Weberplatz 1, 01217 Dresden
Technische Universität Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Nürnberger Str. 31A

7. Funding Agency (Name, Address)
Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency)
Postfach 33 00 22, 14191 Berlin

8. Report Date
November 2003

9. Publication Date

10. UFOPLAN-Nr.

FKZ Nr. 298 92 303/02

11. No. of Pages
218

12. No. of Reference
59

13. No. of Tables, Diagrams
132

14. No. of Figures
12

15. Supplementary Notes
Final report, summary and CDROM including software package and data records are available separately

16. Abstract
The Appendix to the Final Report gives additional information concerning the data background of the scenarios and the new component parts of infrastructure in the BASiS-2 database respectively. Furthermore a detailed manual of the software package BASiS-2 is included.

17. Keywords
Sustainable development, material flow management, material flow analysis, demand orientation, software package, scenarios, material flow, environmental goals, environmental indicators, construction and housing sector, infrastructure

18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1 Anhang I: Daten und Grundlagen zur Einbindung der technischen Infrastruktur in das Stoffstrommodell 1

1.1 Baualtersdifferenzierte und raumtypenspezifische Datenbasis zum Gebäude- und Wohnungsbestand 1

1.1.1 Ausgewählte Größenordnungen und Strukturen des Gebäude- und Wohnungsbestandes in den Alten Bundesländern 1

1.1.2 Verfahren zur Schätzung der Wohnflächenverteilung nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den Alten Bundesländern1987 4

1.1.3 Verfahren zur Schätzung der Wohnflächenverteilung nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den Neuen Bundesländern 1995 5

1.1.4 Fortschreibung der Altersklassenverteilung im Gebäude- und Wohnungsbestandes bis 2000 7

1.1.5 Gebäude- und Wohnungsbestand der Bundesrepublik Deutschland – Datentabellen und Strukturdiagramme 8

1.2 Straßenquerschnitte der Bebauungsleittypen.....16

1.3 Netzlängen der Bebauungsleittypen 19

1.4 Grundlagen der verbrauchs- und belastungsabhängigen Dimensionierung der technischen Infrastruktur 22

1.4.1 Trinkwasserversorgung 23

1.4.2 Abwasserentsorgung..... 31

1.4.3 Schichtenaufbau der Verkehrswege 37

1.5 Infrastruktur-Bauelemente.....41

1.5.1 Straße (Fahrbahn) 42

1.5.2 Straße (Fuß-Radweg) 43

1.5.3 Trinkwasserversorgung 45

1.5.4 Abwasserentsorgung..... 49

1.6 Bebauungsleittypenspezifische Beschreibung der Infrastrukturausstattung 51

1.6.1 Grundlagen der Ermittlung des Infrastruktur-Bauelementemix der Bebauungsleittypen 52

1.6.2 Infrastruktur-Bauelemente für Bebauungsleittypen und Haustypen des Neubaus – Datensätze 55
1.7 Literatur zu Anhang I 67

2 Anhang II: Daten zu den Szenarioannahmen 69
2.1 Neubau von Wohneinheiten 69
2.1.1 Referenzszenario 69
2.1.2 Nachhaltigkeitsszenario 77
2.1.3 Exkurs: Umschlüsselung der BBR Prognosedaten auf Raumtypen 83
2.2 Exkurs: Potenziale der Innenentwicklung 108
2.3 Abriss/Umwidmung/Zusammenlegung alter Wohneinheiten 110
2.3.1 Referenzszenario 110
2.3.2 Nachhaltigkeitsszenario 122
2.4 Entwicklungen im Bereich Heizungsenergie 131
2.4.1 Energetische Kenndaten der Gebäude – Neubau 132
2.4.2 Energetische Kenndaten der Gebäude – Bestand 132
2.4.3 Energetische Kenndaten der Heizsysteme 133
2.4.4 Emissionsdaten der Heizsysteme 134
2.5 Literatur zu Anhang II 134

3 Anhang III: Energetische Charakterisierung der Gebäude 137
3.1 Gebäudehülle 137
3.2 Bauelemente 140
3.3 Nachdämmung im Bestand 142
3.3.1 Außenwand 143
3.3.2 Kellerdecke 144
3.3.3 Dach 146
3.3.4 Oberste Geschossdecke 148
3.4 Literatur zu Anhang III 149

4 Anhang IV: Stoffliche Charakterisierung der Gebäude ... 150
4.1 Bauelemente 151
4.1.1 Fenster 152

4.1.2 Außenwände 152
4.1.3 Nachdämmelemente 153
4.1.4 Eingabe Bauelemente 157
4.2 Baustoffe 158
4.3 Literatur zu Anhang IV 162
5 Anhang V: Stoffliche und energetische Prozesse 163
5.1 Modellierung der Lieferprozesse für Heizenergie 163
5.2 Modellierung der stofflichen Prozesse 166
5.3 Abgrenzung der energetischen Infrastruktur zwischen GEMIS und BASiS-2 167
5.4 Literatur zu Anhang V 176
6 Anhang VI: Software 177
6.1 Menüstruktur 178
6.2 Besondere Optionen zu Dateneingaben in Tabellen 179
6.2.1 Allgemeine Hinweise 179
6.2.2 Das Kontextmenü 180
6.3 Menü: Datei 181
6.3.1 Datenbank öffnen bzw. schließen 181
6.3.2 GEMIS Projekt 181
6.3.3 Drucken 181
6.3.4 Drucker einrichten 181
6.3.5 Beenden 181
6.4 Menü: Bearbeiten 181
6.5 Menü: Daten 182
6.5.1 Baustoffe 182
6.5.2 Bauelemente 183
6.5.3 Haustypen 183
6.5.4 Infrastruktur - und Flächenkennwerte 184
6.5.5 Heizanlagen 185
6.5.6 Referenz 186
6.6 Menü: Szenarien 186
6.6.1 Szenarienbeschreibung 186
6.6.2 Szenarioannahmen 186
6.6.3 Bautätigkeit (Haustypen) 186

6.6.4 Heizenergieversorgung 187
6.6.5 Baustofflieferanten 187
6.7 Menü: Ergebnisse 187
6.7.1 Bestandsentwicklung 187
6.7.2 Emissionen und Reststoffe 188
6.7.3 Bauschutt 189
6.7.4 Flächenbilanz 189
6.7.5 Technische Infrastruktur 189
6.7.6 Umsatz Heizanlagen 189
6.7.7 GEMIS Nachfragen 190
6.7.8 U-Werte 190
6.7.9 Wärmebedarf Haustypen 190
6.7.10 Ressourcen 190
6.8 Menü Extras 191
6.8.1 Rechengang 191
6.8.2 Übertragen 192
6.8.3 Export GEMIS 192
6.9 Modellbeschreibung 192
6.9.1 Definitionen und Abkürzungen der Variablen 192
6.9.2 Berechnungsvorschriften 194
6.10 Glossar 199
7 Anhang VII: Teilnehmer der Dialogprozesse 212

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Mittlere Wohnflächen in Wohnungen der Alten Bundesländer (Eigene Darstellung (IÖR); Datenquellen: Statistisches Bundesamt 2000a, (nach Nutzungsart); Statistisches Bundesamt 1990, (nach Gebäudetyp)) 3

Abbildung 1.2 Struktur des Gebäude- und Wohnungsbestandes der Bundesrepublik nach Gebäudetypen und nach ABL/NBL (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR) 12

Abbildung 1.3 Wohnfläche nach Raumtypen und nach Gebäudetypen (ABL/NBL) (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR) 13

Abbildung 1.4 Wohnfläche nach Baualtersklassen und nach Gebäudetypen (ABL/NBL) (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR) 14

Abbildung 1.5 Wohnfläche nach Baualter und Raumtypen (ABL/NBL) (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR) 15

Abbildung 1.6 Planquadrat Ein- Zweifamilienhausbebauung (Trinkwasserversorgung)..... 27

Abbildung 1.7 Versorgungseinheiten der Mehrfamilienhausbebauung (Trinkwasserversorgung)..... 28

Abbildung 1.8 Planquadrat Einfamilienhausbebauung (Entwässerungsschema) 34

Abbildung 1.9 Planquadrat Mehrfamilienhausbebauung (Entwässerungsschema) 35

Abbildung 2.1 Vorgehensweise zur Umschlüsselung der BBR-Prognose-Daten 84

Abbildung 2.2 Umschlüsselungsprinzip 90

Abbildung 4.1 Aufbau Bauelemente 157

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1 Mittlere Wohnflächen pro Wohnung im Gebäudebestand der Alten Bundesländer 1987 (m²/Wohnung) 2
Tabelle 1.2 Wohnflächenschätzung – Beispiel Brandenburg an der Havel 6
Tabelle 1.3 Modellannahmen zum jährlichen Abgang bezogen auf den Bestand des Vorjahres 7
Tabelle 1.4 Altersstruktur des Abgangs 7
Tabelle 1.5 Wohngebäude- und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp: ABL (eigene Berechnungen IÖR) 9
Tabelle 1.6 Wohngebäude und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp: ABL (Fortsetzung), (eigene Berechnungen IÖR) 10
Tabelle 1.7 Wohngebäude- und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den NBL incl. Berlin-Ost, (eigene Berechnungen IÖR) 10
Tabelle 1.8 Wohngebäude- und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den NBL incl. Berlin-Ost (Fortsetzung), (eigene Berechnungen IÖR) 11
Tabelle 1.9 Straßenquerschnitte der EFB – Bebauungsleittypen (differenziert nach Raumtypen) 16
Tabelle 1.10 Straßenquerschnitte der MFB – Bebauungsleittypen (differenziert nach Raumtypen) 17
Tabelle 1.11 Straßenquerschnitte des Neubaus (Ein- bis Zweifamilienhäuser differenziert nach Raumtypen) 18
Tabelle 1.12 Straßenquerschnitte des Neubaus (Mehrfamilienhäuser differenziert nach Raumtypen) 19
Tabelle 1.13 Charakteristische Netzlängen des Straßen- Trinkwasser- und Abwassernetzes, von Bebauungsleittypen (differenziert nach Raumtypen) bezogen auf m² Geschossfläche 20
Tabelle 1.14 Charakteristische Netzlängen des Straßen- Trinkwasser- und Abwassernetzes für Haustypen des Neubaus

(differenziert nach Raumtypen) bezogen auf m² Geschossfläche 21
Tabelle 1.15 Einwohnerbezogene Bemessungsgrößen (eigene Ableitung TU Dresden aus Daten von Müller, Korda 1999 sowie Bautätigkeitsstatistik 12/98). 22
Tabelle 1.16 Bemessungsgrößen Trinkwasserbedarf 23
Tabelle 1.17 Spitzenfaktoren der Trinkwasserversorgung 25
Tabelle 1.18 Angenommene Materialverteilung in Trinkwasser-Ortsnetzen im Bestand (eigene Abschätzung Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden) 30
Tabelle 1.19 Dimensionierung und verwendetes Material für Trinkwasserrohre der Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden) 31
Tabelle 1.20 Mittlere Abflussbeiwerte für die Bebauungsleittypen 33
Tabelle 1.21 Dimensionierung und verwendetes Material der Abwasserrohre (Mischsystem) in Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden) 36
Tabelle 1.22 Dimensionierung und verwendetes Material der Abwasserrohre (Trennsystem) in Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden) 37
Tabelle 1.23 Aufbau, Schichtdicke und Material von Fahrbahn und Gehweg in Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden) 39
Tabelle 1.24 Verteilung der Verkehrsflächenanteile auf die Bebauungsleittypen ABL (eigene Berechnungen gestützt auf Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977 (IÖR/TU Dresden)) 52
Tabelle 1.25 Anteil der Deckschichten (Fahrbahn sowie Fuß-Radweg) im Bestand differenziert nach Raumtypen ABL (eigene Berechnungen, gestützt auf Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977 (TU Dresden)) 52
Tabelle 1.26 Beziehungsmatrix für Raumtyp I – ABL (Beispiel) 52

Tabelle 1.27 Anteile unterschiedlicher Entwässerungssysteme an der Abwasserentsorgung (Schmitz 2001) 53
Tabelle 2.1 Übersicht Neubaudaten, Differenziert nach ABL/NBL, nach Raumtypen und Ein- bis Zweifamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH): Referenzszenario 70
Tabelle 2.2 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten ABL im Referenzszenario 71
Tabelle 2.3 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten NBL im Referenzszenario 72
Tabelle 2.4 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser ABL: Referenzszenario 73
Tabelle 2.5 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser NBL: Referenzszenario 74
Tabelle 2.6 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser ABL: Referenzszenario 75
Tabelle 2.7 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser NBL: Referenzszenario 76
Tabelle 2.8 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten ABL im Nachhaltigkeitsszenario 77
Tabelle 2.9 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten NBL im Nachhaltigkeitsszenario 78
Tabelle 2.10 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser ABL: Nachhaltigkeitsszenario 79
Tabelle 2.11 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser NBL: Nachhaltigkeitsszenario 80
Tabelle 2.12 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser ABL: Nachhaltigkeitsszenario 81
Tabelle 2.13 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser NBL: Nachhaltigkeitsszenario 82
Tabelle 2.14 Zuordnung der BBR-Regions- und Kreistypen zu den Raumtypen nach BASiS-2 85
Tabelle 2.15 Erläuterung der Begriffe 87
Tabelle 2.16 Übersicht der Abkürzungen 88
Tabelle 2.17 Bevölkerung 1998 und Bevölkerungsanteile der Kreistypen an den Regionstypen in 1998 und 2015 (ABL) 94

Tabelle 2.18 Bevölkerung 1998 und Bevölkerungsanteile der Kreistypen an den Regionstypen in 1998 und 2015 (NBL).... 95
Tabelle 2.19 Zuweisungsquoten (Zubau, Ersatz und Zuwachs) auf die Kreistypen innerhalb der Regionstypen (ABL) 96
Tabelle 2.20 Zuweisungsquoten (Zubau, Ersatz und Zuwachs) auf die Kreistypen innerhalb der Regionstypen (NBL) 97
Tabelle 2.21 Bestand 2000 an EFH und MFH in Raumtypen und ABL und NBL..... 98
Tabelle 2.22 Zusammenstellung der Eingangsdaten für Gleichung (7), ABL. 99
Tabelle 2.23 Berechnung des Ergebnis nach Gleichung (7), ABL. 99
Tabelle 2.24 Zuweisungsquoten des Zubaus für EFH und MFH auf Ebene der Kreistypen (ABL) 100
Tabelle 2.25 Zuweisungsquoten des Zubaus für EFH und MFH auf Ebene der Kreistypen (NBL) 100
Tabelle 2.26 Spezifische Zuweisungen für EFH und MFH zu den Raumtypen (BASiS) für den Zubau 101
Tabelle 2.27 Vergleich der Ergebnisse für Raumtypen: Ableitung durch Umschlüsselungsverfahren und statistische Daten für ABL im Jahr 1998..... 102
Tabelle 2.28 Vergleich der Ergebnisse für Raumtypen: Ableitung durch Umschlüsselungsverfahren und statistische Daten für NBL im Jahr 1998 102
Tabelle 2.29 Anteil (Prozent) der EFH und MFH an den gesamten Wohneinheiten: Vergleich der Daten aus Ableitung und Statistik (BBR 2001b) für ABL für das Jahr 1998. 103
Tabelle 2.30 Anteil (Prozent) der EFH und MFH and den gesamten Wohneinheiten: Vergleich der Daten aus Ableitung und Statistik (BBR 2001b) für NBL für das Jahr 1998..... 103
Tabelle 2.31 Ergebnistabelle: Darstellung des jährlichen Zubaus nach Prognosedaten des BBR in der BASiS Klassifikation der Raumtypen, sowie Summe der Neubauten von 2001-2025..... 104
Tabelle 2.32 Abgang von Wohneinheiten, ABL gesamt: Referenzszenario 111

Tabelle 2.33 Abgang von Wohneinheiten, NBL gesamt: Referenzszenario 111
Tabelle 2.34 Verteilung der Altersstruktur des Abgangs in den Szenarien bis 2025 112
Tabelle 2.35 Berechnete Anteile der Haustypen für den Abgang an WE in den ABL 113
Tabelle 2.36 Berechnete Anteile der Haustypen für den Abgang an WE in den NBL 114
Tabelle 2.37 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, RHH-I, KMH-I, GMH-I, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 115
Tabelle 2.38 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-II, RHH-II, KMH-II, GMH-II, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 116
Tabelle 2.39 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-III, RHH-III, EFH-IV, RHH-IV, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 117
Tabelle 2.40 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-III, GMH-III, KMH-IV, GMH-IV, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 118
Tabelle 2.41 Jährlicher Abgang der Haustypen HH-IV, EFH-V, RHH-V, KMH-V, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 119
Tabelle 2.42 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, KMH-I, GMH-I, EFH-II, NBL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 120
Tabelle 2.43 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-II, EFH-III, KMH-III, GMH-II, NBL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 121
Tabelle 2.44 Jährlicher Abgang der Haustypen HH, EFH-IV, KMH-IV, NBL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 122
Tabelle 2.45 Abgang von Wohneinheiten, ABL gesamt: Nachhaltigkeitsszenario 123

Tabelle 2.46 Abgang von Wohneinheiten, NBL gesamt: Nachhaltigkeitsszenario 123
Tabelle 2.47 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, RHH-I, KMH-I, GMH-I, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 124
Tabelle 2.48 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-II, RHH-II, KMH-II, GMH-II, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 125
Tabelle 2.49 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-III, RHH-III, EFH-IV, RHH-IV, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 126
Tabelle 2.50 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-III, GMH-III, KMH-IV, GMH-IV, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 127
Tabelle 2.51 Jährlicher Abgang der Haustypen HH-IV, EFH-V, RHH-V, KMH-V, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 128
Tabelle 2.52 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, KMH-I, GMH-I, EFH-II, NBL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 129
Tabelle 2.53 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-II, EFH-III, KMH-III, GMH-II, NBL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 130
Tabelle 2.54 Jährlicher Abgang der Haustypen HH, EFH-IV, KMH-IV, NBL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10) 131
Tabelle 2.55 Nutzungsgrade (%) von Heizsystemen für BASiS-2 (alle Szenarien)..... 134
Tabelle 3.1 Energetisch relevante Hüllfläche der Haustypen des Neubaus in m^2. 138
Tabelle 3.2 Energetisch relevante Hüllfläche der Bestandshäuser in m^2. 138
Tabelle 3.3 Bauelemente, ihre zugeordnete Hüllfläche und U-Wert. 140

Tabelle 3.4 Außenwanddämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 143
Tabelle 3.5 Außenwanddämmung der Bestandshäuser (NBL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 144
Tabelle 3.6 Kellerdeckendämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 145
Tabelle 3.7 Kellerdeckendämmung der Bestandshäuser (NBL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 145
Tabelle 3.8 Steildachdämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 146
Tabelle 3.9 Steildach- und Flachdachdämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000): 147
Tabelle 3.10 Steildachdämmung der Bestandshäuser (NBL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 147
Tabelle 3.11 Dämmung der obersten Geschossdecke in Bestandshäusern (ABL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 148
Tabelle 3.12 Dämmung der obersten Geschossdecke in Bestandshäusern (NBL): Anteile der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):..... 149
Tabelle 4.1 Geometrische Flächen des Haustyps „Anbau“ mit einer Wohnfläche von 120 m². 151
Tabelle 4.2 Zusammensetzung Bauelement „B-OG-Mauerwerk-III-DDR 152
Tabelle 4.3 Zusammensetzung Bauelement „B-OG-Mauerwerk-IV-DDR 153
Tabelle 4.4 Zusammensetzung Bauelement „AW-OG-Holz-passiv“ 153

Tabelle 4.5 Zusammensetzung Bauelement „AW-OG-Dämmung-tech“ 154
Tabelle 4.6 Zusammensetzung Bauelement „AW-OG-Dämmung-wirt“ 154
Tabelle 4.7 Zusammensetzung Bauelement „AW-UG-Dämmung-wirt“ . 154
Tabelle 4.8 Zusammensetzung Bauelement „AW-UG-Dämmung-tech“ 155
Tabelle 4.9 Zusammensetzung Bauelement „Kellerdecke-Dämmung-tech“ 155
Tabelle 4.10 Zusammensetzung Bauelement „Kellerdecke-Dämmung -wirt“ 155
Tabelle 4.11 Zusammensetzung Bauelement „Steildach-Dämmung - alt“, U-Wert=0,5 W/m²K. 155
Tabelle 4.12 Zusammensetzung Bauelement „Steildach-Dämmung - wirt“, U-Wert=0,4 W/m²K. 156
Tabelle 4.13 Zusammensetzung Bauelement „Steildach-Dämmung - tech“, U-Wert=0,22 W/m²K. 156
Tabelle 4.14 Zusammensetzung Bauelement „Flachdach-Dämmung - tech“ 156
Tabelle 4.15 Zusammensetzung Bauelement „Flachdach-Dämmung - wirt“ 156
Tabelle 4.16 Zusammensetzung Bauelement „Dämmung -OG-Decke-alt“ 156
Tabelle 4.17 Zusammensetzung Bauelement „Dämmung -OG-Decke-wirt“ 157
Tabelle 4.18 Zusammensetzung Bauelement „Dämmung -OG-Decke-tech“ 157
Tabelle 4.19 Auflistung der Baustoffe, die aus verschiedenen GEMIS Prozessen gespeist werden. 159
Tabelle 4.20 Zusammenfassung der Baustoffe in Gruppen und Hauptgruppen. 160
Tabelle 5.1 Struktur der Stromerzeugung in den Szenarien..... 164
Tabelle 5.2 Mix der industriellen Prozesswärmebereitstellung 164
Tabelle 5.3 Mix der Rohölbereitstellung in den Szenarien 165

Tabelle 5.4 Mix der Erdgasbereitstellung in den Szenarien 165
Tabelle 5.5 Mix der Steinkohlebereitstellung in den Szenarien 165
Tabelle 5.6 Veränderung Ziegelmauerwerk (GEMIS 4.1)..... 166
Tabelle 5.7 Veränderung Zementklinker (GEMIS 4.1). 166
Tabelle 5.8 Veränderung Zement (GEMIS 4.1). 166
Tabelle 5.9 Veränderung Stahl (GEMIS 4.1). 167
Tabelle 5.10 Substitution von Kies und Sand durch Recyclingbeton in Betonen, (kg Rezyklat/t Beton) (GEMIS 4.1)..... 167
Tabelle 5.11 Schema zur Modellierung der stofflichen und energetischen Infrastruktur in BASiS-2 168
Tabelle 5.12 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Erdgasnetz 170
Tabelle 5.13 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Stromnetz 171
Tabelle 5.14 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Nahwärmenetz 171
Tabelle 5.15 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Erdgas-, Strom- und Nahwärmenetz (Material- und Rohstoffbedarf)..... 172
Tabelle 5.16 Berechnung der energiespezifischen Materialunterschiede bezogen auf ein Modellhaus (*mit* und *ohne* den Materialaufwand für die *lokale* Energie-Infrastruktur) 173
Tabelle 5.17 Materialkenngrößen der Verkehr-Infrastrukturanteile des Modellhauses 174
Tabelle 5.18 Energiespezifische Materialunterschiede in Prozent bezogen auf ein Modellhaus (*mit* und *ohne* den Materialaufwand für die *lokale* Energie-Infrastruktur)..... 174

1 Anhang I: Daten und Grundlagen zur Einbindung der technischen Infrastruktur in das Stoffstrommodell

1.1 Baualtersdifferenzierte und raumtypenspezifische Datenbasis zum Gebäude- und Wohnungsbestand

Mit dem im Endbericht beschriebenen Verfahren zur Ableitung einer gebäudetypischen, altersstrukturellen und raumtypischen Differenzierung der Gebäude- und Wohnungsbestandsdaten der letzten Vollerhebungen (1987 für die ABL und 1995 für die NBL) und der darauf aufbauenden Fortschreibung der entsprechend strukturierten Daten bis zum Ausgangsjahr für die Szenarien (2000) wurde die notwendige statistische Ausgangsbasis für die Modellierung zukünftiger Stoffflüsse im Bereich Bauen und Wohnen – Gebäude und technische Infrastruktur - auf nationaler Ebene (Bundesrepublik Deutschland) geschaffen.

Nachfolgend sind die Hintergrundinformationen und Annahmen aufgeführt, die der Entwicklung der Datenbasis zugrundegelegt werden.

1.1.1 Ausgewählte Größenordnungen und Strukturen des Gebäude- und Wohnungsbestandes in den Alten Bundesländern

Die amtliche Statistik unterscheidet den Gebäude- und Wohnungsbestand nach unterschiedlichen Kriterien. So werden Gebäude- und Wohnungsmerkmale (Wohnfläche, Baualter, etc.) differenziert nach dem Gebäudetyp (Anzahl der Wohnungen im Gebäude) und nach Nutzungsart (Miet- Eigentümerwohnung) angegeben. Für das Stoffstrommodell ist die Differenzierung nach Gebäudetypen relevant. Da die Angaben zur Wohnfläche in Ein- bis Zwei- und in Mehrfamilienhäusern für die Alten Bundesländer nicht ausreichend differenziert nach Gebäudetyp, Baualtersklasse und Kreistyp verfügbar sind, erfolgte eine Annäherung über statistisch ausgewiesene, nach Nutzungsart differenzierte, Wohnflächen. Dies erfolgte vor dem Hintergrund der nachfolgend aufgeführten Zusammenhänge.

Im zweiten Schritt erfolgte eine Korrektur in Form eines linearen Abgleichs, anhand kumulierter, nach Gebäudetypen ausgewiesener, Wohnflächen (vgl. Abschnitt 1.1.2).

Mittlere Wohnungsgröße nach Gebäudetyp und nach Nutzungsart

Die Wohnflächen in Ein- bis Zweifamilienhauswohnungen lagen 1987 in den Alten Bundesländern mit ca. 105 m^2/Wohnung deutlich über denen der Wohnungen in

Mehrfamilienhäusern (67 m^2/Wohnung)[1]. Unterscheidet man Wohnungen nach Nutzungsart, dann hatten Eigentümerwohnungen im Mittel 113 m^2, Mietwohnungen 69 m^2 Wohnfläche (Statistisches Bundesamt 1990). Die Verhältnisse und Größenordnungen der in Tabelle 1.1 zusammengefassten Wohnflächenwerte sind bei beiden Differenzierungsansätzen ähnlich.

Tabelle 1.1 Mittlere Wohnflächen pro Wohnung im Gebäudebestand der Alten Bundesländer 1987 (m^2/Wohnung)

Gebäudetyp (Berechnung IÖR)[1]		Nutzungsart (Statistisches Bundesamt 1990)	
1-2	3+x	Eigentümerwohnungen	Mietwohnungen
105 m^2	67 m^2	113 m^2	69 m^2

Mittlere Wohnungsgrößen nach Gebäudetyp und nach Nutzungsart im Zeitverlauf

Die mittlere Wohnfläche in Wohnungen ist im zeitlichen Verlauf nicht konstant (Abbildung 1.1)[2]. In den letzten 40 Jahren stieg sie deutlich an. Bei Ein- bis Zweifamilienhäusern stieg die Wohnungsgröße bis 1998 auf das 1,6-fache des Wertes von 1960 an, mit einer kurzzeitigen Unterbrechung des Wachstumstrends in den 80er Jahren. In Mehrfamilienhäusern ist eine Zunahme von 62 m^2 bis zum vorläufigen Maximum von 76 m^2 Anfang der 80er Jahre zu beobachten. Danach pendelte sich die mittlere Wohnfläche bei 70 m^2 je Wohnung ein (Statistisches Bundesamt 2000a, S. 50 ff.). In der Tendenz kann bei den Wohnflächen in Eigentümer- und Mietwohnungen ein ähnlicher Zusammenhang beobachtet werden. Abweichungen gibt es aber in folgenden Punkten:

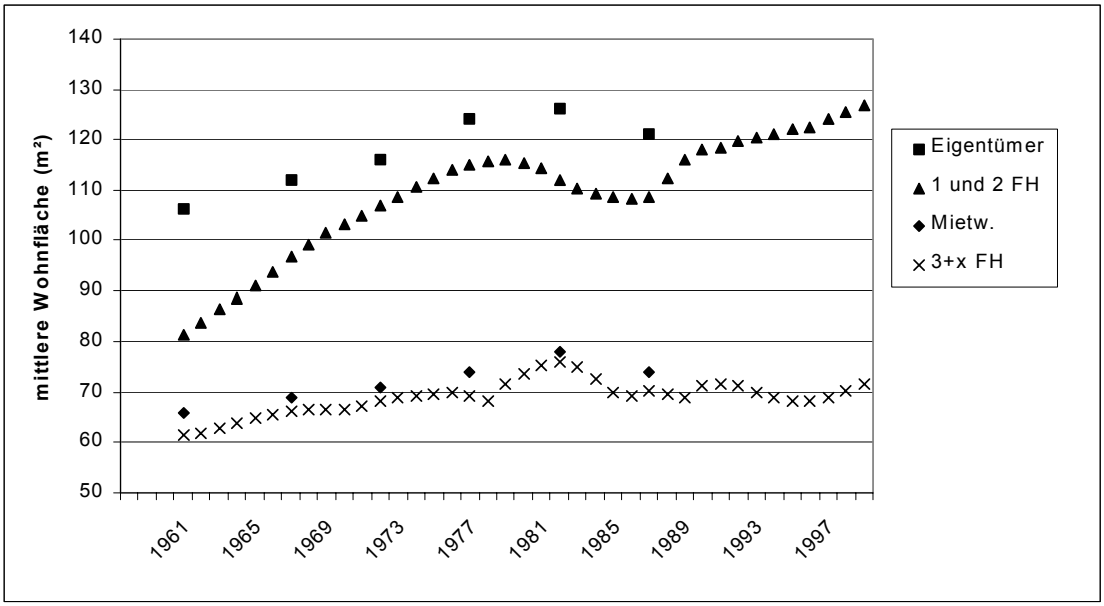
- Die Wohnflächen in Eigentümer- bzw. Mietwohnungen sind größer als in Ein- bis Zweifamilienhaus- bzw. Mehrfamilienhauswohnungen
- Die Wohnflächenzunahme bei Eigentümerwohnungen verläuft flacher als bei Ein- bis Zweifamilienhauswohnungen.
- In den Altersklassen der 60er Jahre sind Eigentümerwohnungen ca. 30 % größer; ab den Altersklassen der 70er Jahre liegen die Wohnflächen in Eigentümerwohnungen ca. 10 % über denen in Ein- bis Zweifamilienhauswohnungen.

[1] Die mittleren Wohnflächen nach Gebäudetypen von 1987 wurden aus den Bestandsdaten 1990 (Statistisches Bundesamt 1992) und 1998 (Statistisches Bundesamt 2000b) rückgerechnet. Dabei wurde ein linearer Verlauf unterstellt.

[2] Die aufgeführten mittleren Wohnflächen nach Gebäudegröße (1 und 2, 3 und mehr Wohnungen) wurden im Rahmen der Bautätigkeitsstatistik erfasst. Sie spiegeln die in den entsprechenden Baujahren gebauten Werte wider. Die mittleren Wohnflächen nach Nutzungsart (Miet- oder Eigentümerwohnung) wurden den Ergebnissen der GWZ 87 entnommen. Sie stellen die Wohnungsstruktur nach Nutzungsart und Altersklasse zum Stand 1987 dar. In der Graphik wurde als Baualter das mittlere Baujahr der Altersklasse angenommen.

- Die mittlere Wohnfläche von Mietwohnungen liegt in den jeweiligen Zeitabschnitten nahe an der Wohnfläche in Mehrfamilienhauswohnungen (Differenz von ca. 4-7 %).

Abbildung 1.1 Mittlere Wohnflächen in Wohnungen der Alten Bundesländer (Eigene Darstellung (IÖR); Datenquellen: Statistisches Bundesamt 2000a, (nach Nutzungsart); Statistisches Bundesamt 1990, (nach Gebäudetyp))



Überschneidungen zwischen den Differenzierungsansätzen nach Gebäudetyp und nach Nutzungsart

Die verfügbaren Datenquellen der amtlichen Statistik zeigen folgende Zusammenhänge auf:

- Die Anzahl (bewohnter) Eigentümerwohnungen lag 1987 um ca. 20 % unter der Anzahl der Wohnungen in Ein- bis Zweifamilienhäusern. Dagegen lag die Summe der Wohnfläche in den Eigentümerwohnungen lediglich um ca. 14 % unter der in Ein- bis Zweifamilienhäusern. (Statistisches Bundesamt 2000a, S. 76, Statistisches Bundesamt 1990, S. 66f)
- Im Erhebungsjahr 1987 befanden sich ca. 7 % der Eigentümerwohnungen in Mehrfamilienhäusern (Statistisches Bundesamt 2000a).

Diese Zusammenhänge geben Hinweise auf Ursachen der Differenz zwischen den mittleren Wohnungsgrößen in Ein- bis Zweifamilienhaus-Wohnungen und Eigentümerwohnungen und der Differenz zwischen den mittleren Wohnungsgrößen in Mehrfamilienhaus-Wohnungen und Mietwohnungen:

- Von Eigentümern werden überwiegend große Ein- bis Zweifamilienhaus-Wohnungen bewohnt. Dies führt tendenziell zu höheren mittleren Wohnflächen-

werten in Eigentümerwohnungen, verglichen mit den mittleren Wohnflächen in Ein- bis Zweifamilienhaus-Wohnungen.

- Es ist zudem sicher davon auszugehen, dass die mittlere Wohnungsgröße vermieteter Wohnungen in Ein- bis Zweifamilienhäusern über dem Mittel der Wohnungsgröße in Mehrfamilienhäusern liegt Dies erklärt die höhere mittlere Wohnfläche in Mietwohnungen, verglichen mit der mittleren Wohnfläche in Mehrfamilienhaus-Wohnungen.

1.1.2 Verfahren zur Schätzung der Wohnflächenverteilung nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den Alten Bundesländern1987

Die Schätzung der Wohnflächenverteilung nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den Alten Bundesländern erfolgte in zwei Schritten auf Grundlage der Daten der letzten Vollerhebung (GWZ 87). Im ersten Schritt wurde die mittlere Wohnfläche von Ein- bis Zweifamilienhäusern bzw. von Mehrfamilienhäusern vereinfacht mit den statistisch ausgewiesenen Werten von Eigentümerwohnungen bzw. Mietwohnungen angenommen, eingedenk des annahmebedingten systematischen Fehlers. Dies erfolgte, da die Angaben zur Wohnfläche in Ein- bis Zwei- und in Mehrfamilienhäusern für die Alten Bundesländer nicht ausreichend differenziert nach Gebäudetyp, Baualtersklasse und Kreistyp verfügbar sind.

Weiter wurde unterstellt, dass die Größenordnungen und die Baualtersstruktur der mittleren Wohnungsgrößen auf Kreisebene dem Mittel des jeweiligen Bundeslandes entsprechen.

Zur Wohnflächenschätzung wurde nun die auf Kreisebene nach Gebäudetyp und Baualter ausgewiesene Wohnungsanzahl mit der auf Landesebene abrufbaren, nach Nutzungsart (Eigentümer- und Mietwohnungen) und Baualter differenzierten, mittleren Wohnfläche multipliziert.

Trotz der notwendigen Vereinfachungen konnte in diesem ersten Schritt die räumliche und baualtersspezifische Struktur des Wohnungsbestands in der tendenziellen Ausprägung berücksichtigt werden. Aufgrund der höheren mittleren Wohnflächen, sowohl bei den Eigentümerwohnungen gegenüber den Wohnungen in Ein- bis Zweifamilienhäusern, als auch bei den Mietwohnungen gegenüber Wohnungen in Mehrfamilienhäusern, lagen die absoluten Wohnflächen in den einzelnen Kategorien annahmenbedingt aber noch zu hoch. Im zweiten Schritt erfolgte deshalb eine Kontroll- und Korrekturrechnung auf der Ebene des gesamten ehemaligen Bundesgebietes.

Dazu wurden die überschlägig ermittelten Daten hochgerechnet und kumuliert ausgewiesenen Werten der Bautätigkeitsstatistik[3] gegenübergestellt (Benchmarking).

Die Abweichungen lagen im erwarteten Bereich: 6,8 % lagen die kumulierten Schätzwerte der EFH, 3,2 % die entsprechenden Werte der MFH über den gegenübergestellten Kontrollwerten.

Der zweite Schritt des Schätzverfahrens setzt an diesen prozentualen Abweichungen an, die in Korrekturfaktoren übersetzt wurden. Die auf Kreisebene vorliegende, nach Baualter und Gebäudetypen differenzierte Wohnfläche (vgl. Schritt 1) wurde auf Raumtypenebene (vgl. Endbericht) addiert und innerhalb der Baualtersklassen mit Hilfe der oben angegebenen Faktoren nach unten angepasst. Damit konnten die zuvor überschlägig ermittelten Werte unter Beibehaltung der Baualters- und Raumtypenstruktur in Form eines linearen Abgleichs korrigiert werden

1.1.3 Verfahren zur Schätzung der Wohnflächenverteilung nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den Neuen Bundesländern 1995

Für die Neuen Bundesländer standen differenziertere Angaben zur Raum- und Altersverteilung der Wohnflächen in Wohngebäuden mit den Daten der letzten Vollerhebung (GWZ 95) zur Verfügung. Die Kreistabellen der GWZ 95 enthalten Angaben zur Wohnfläche in Wohngebäuden, differenziert nach Baualtersklassen. Eine Unterscheidung nach Gebäudetypen (EFH und MFH) erfolgt auf Landesebene. Aus diesen Angaben konnte auf Kreisebene die Wohnflächenverteilung nach Gebäudetyp und nach Altersklassen geschätzt werden.. Anders als bei dem Schätzverfahren für die Alten Bundesländer konnte auf den „Umweg“ über die Eigentümer- und Mietwohnungen verzichtet werden.

Zur Wohnflächenschätzung wurde die auf Kreisebene nach Gebäudetyp und Baualter ausgewiesene Wohnungsanzahl mit der entsprechenden auf Landesebene abrufbaren wohnungsspezifischen Fläche multipliziert. Wie für den westdeutschen Wohnungsbestand wurde dabei vereinfachend angenommen, dass die Größenordnung und Baualtersstruktur der Wohnungen nach Gebäudetypen in den Kreisen gleich derer der Länder ist.

Die Kontrolle und Korrektur der Schätzwerte erfolgte im zweiten Schritt durch linearen Abgleich anhand der nach Baualter ausgewiesenen Wohnflächen auf Kreisebene.

Am Beispiel der kreisfreien Stadt Brandenburg werden die beschriebenen Schritte, die überschlägige Ermittlung der Wohnflächenverteilung auf die Gebäudetypen EFH

[3] Der Wohnflächenbestand des Jahres 1987, differenziert nach Gebäudetypen, wurde aus verfügbaren Bestandsdaten 1990 und 1998 (Statistisches Bundesamt 1992 und Statistisches Bundesamt 2000b) ermittelt. Dabei wurde vereinfacht eine lineare Bestandsentwicklung unterstellt.

und MFH (Schritt 1) und die anschließende Kontroll- und Korrekturrechnung (Schritt 2) erläutert.

Schritt 1: Wohnflächeschätzung aus mittleren Wohnflächen der Länder

Die Angaben zur Gesamtwohnfläche (Spalte 1) und zur Anzahl der Wohnungen nach Gebäudetyp (Spalten 4 und 5) sind aus den Kreistabellen übernommen. Die Wohnfläche je Wohnung nach Gebäudetyp ist als Landesmittel bekannt (Spalten 2 und 3). Aus der Anzahl der Wohnungen nach Gebäudetypen (Spalten 4 und 5) und der eingesetzten Wohnfläche je Wohnung (Spalten 2 und 3) wird im ersten Schritt die absolute Wohnfläche nach Gebäudetyp für die Baualtersklassen ermittelt (Zwischenwert; Spalten 6 und 7).

Tabelle 1.2 Wohnflächenschätzung – Beispiel Brandenburg an der Havel

Kreis/Kreisfreie Stadt: Brandenburg an der Havel (12051)										
Baujahr	Ausgangsdaten					Zwischenschritt		Adaption		
	Wohnfläche in Wohngebäuden			Wohnungen		Wohnfläche in Wohngeb.		Faktor	Wohnfläche in Wohngeb.	
	Kreisdaten	Länderdaten		Kreisdaten		(2)*(4)	(3)*(5)		(6)*(8)	(7)*(8)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	insgesamt	in Geb. mit...Wohnungen		in Geb. mit...Wohnungen		in Geb. mit...Wohnungen			in Geb. mit...Wohnungen	
		1 und 2	3 und mehr	1 und 2	3 und mehr	1 und 2	3 und mehr		1 und 2	3 und mehr
	m²	m²/Wohnung	m²/Wohnung	Anzahl	Anzahl	m²	m²		m²	m²
vor 1900	287001	89	63	1003	3410	89267	214830	0,94	84249	202752
bis 1918	268842	88	63	839	3531	73832	222453	0,91	66993	201849
bis 1948	728476	86	60	2813	8954	241918	537240	0,93	226182	502294
bis 1968	442406	88	56	560	7318	49280	409808	0,96	47489	394917
bis 1981	441385	99	57	455	6989	45045	398373	1,00	44838	396547
bis 1987	246147	108	56	214	3813	23112	213528	1,04	24041	222106
bis 1990	59174	111	57	108	808	11988	46056	1,02	12221	46953
bis 95	46835	116	67	301	197	34916	13199	0,97	33987	12848
ges.	2520266	92	58	6293	35020	578956	2031160	0,97	559026	1961240

Schritt 2: Kontrolle und Korrektur anhand von baualtersdifferenzierten Gesamtwohnflächen auf Kreisebene

Die aus den Ländermittelwerten berechneten Wohnflächen sind nicht identisch mit den Kreisaggregaten der Wohnfläche (Spalte 1). Zur Angleichung wird mit einem Korrekturfaktor gearbeitet (Spalte 8). Dieser ergibt sich aus der Division der Gesamtwohnfläche des Kreises (Spalte 1) durch die Summe der Zwischenwerte (Spalten 6 und 7). Die angepasste Wohnfläche nach Gebäudetyp und Altersklassen (Spalten 9 und 10) wird durch Multiplikation der Zwischenwerte (Spalte 6 bzw. Spalte 7) mit dem Korrekturfaktor (Spalte 8) gebildet. Die Summe der Spalten 9 und 10 ist damit gleich der Gesamtwohnungsfläche der Kreisstatistik (Spalte 1).

Aus den auf diese Weise ermittelten Werten für die einzelnen Kreise werden durch Aggregation der Daten für die Kreise, die den jeweiligen siedlungsstrukturellen Kreistypen zugeordnet werden können, die Datensätze auf Kreistypebene gebildet. Schließlich werden entsprechend der Zuordnung der Kreistypen zu der im Projekt entwickelten Systematik der Raumtypen (vgl. Endbericht), durch eine weitere Datenaggregation die Datensätze auf der Ebene der Raumtypen erhalten. Damit ist für den

Gebäudebestand die Grundlage der quantifizierten Differenzierung der Gebäudetypen nach Raumtypen sichergestellt.

1.1.4 Fortschreibung der Altersklassenverteilung im Gebäude- und Wohnungsbestandes bis 2000

Der statistisch ausgewiesene Gebäude- und Wohnungsbestand zum 31.12.99 nach Gebäudetypen und Kreisen wird von den Statistischen Landesämtern im Rahmen der Bautätigkeitsstatistik fortgeschrieben und kann auf Kreisebene abgerufen werden. Die Bestandsfortschreibung enthält aber keine Angaben zur Altersstruktur, sondern nur zum absoluten Gebäude- und Wohnungsbestand.

Diese wird deshalb über Annahmen zur Höhe und Altersverteilung der Abgänge von Wohngebäuden, Wohnungen und Wohnflächen geschätzt. Die Annahmen betreffen die Zeiträume 1988 bis 1999 in den ABL und 1996 bis 1999 in den NBL (Tabelle 1.3). Dabei dienen die Angaben der Bautätigkeitsstatistik des Jahres 1997, die Angaben über die Altersklassen der Abgänge im Jahr 1997 enthält (Tabelle 1.4), als Orientierung (Statistisches Bundesamt 1999) Vereinfacht wird angenommen, dass sich die Anteile und die Altersverteilungen der jährlichen Abgänge in den Betrachtungszeiträumen nicht verändern. Dies ist gerechtfertigt, da sich nach Bautätigkeitsstatistik die jährlichen Abgangszahlen in den letzten Jahren nur wenig unterschieden haben.

Tabelle 1.3 Modellannahmen zum jährlichen Abgang bezogen auf den Bestand des Vorjahres

	Gesamt	EFH	MFH
BRD	0,05%	0,05%	0,06%
ABL	0,05%	0,05%	0,04%
NBL	0,09%	0,07%	0,12%

Tabelle 1.4 Altersstruktur des Abgangs

Altersklasse	bis 1918	1919-1948	1949-1970	nach 1970
Wohngebäude (Statistisches Bundesamt 1999)				
BRD	48%	27%	22%	2%
ABL	40%	29%	28%	3%
NBL	69%	22%	7%	2%
Wohnfläche (Statistisches Bundesamt)				
BRD	48%	24%	24%	3%
ABL	40%	26%	31%	3%
NBL	67%	19%	9%	4%
Wohngebäude, Wohnungen, Wohnfläche (gerundete Modellannahmen)				
ABL	40%	30%	30%	0%
NBL	70%	20%	10%	0%

Die Aufteilung des Bestandes 12/99 auf die Baualtersklassen erfolgte in mehreren Schritten. Zunächst wurde die absolute Differenz der Bestände aus den Daten 12/99 und den Bestandsdaten der GWZ 87 bzw. GWZ 95 gebildet[4]. Im zweiten Schritt erfolgte die Korrektur der Differenz um die angenommenen Abgänge zwischen 1988 und 12/99 (ABL) bzw. zwischen 1996 und 12/99 (NBL). Diese wurden entsprechend der angenommenen Altersverteilung der Abgänge in den Baualtersklassen bis 1970 abgezogen.

Damit erfolgte eine Fortschreibung des Gebäudebestandes der Altersklassen bis 1987 (ABL) bzw. 1995 (NBL) auf den Stand 12/99. Der Gebäudebestand der Altersklassen 1988 bis 12/99 (ABL) bzw. 1996 bis 12/99 (NBL) ergibt sich aus der Differenz der statistisch ausgewiesenen Bestandsdaten 12/99 und der auf 12/99 fortgeschriebenen Bestandsdaten der Altersklassen bis 1987 (ABL) bzw. 1995 (NBL).

1.1.5 Gebäude- und Wohnungsbestand der Bundesrepublik Deutschland – Datentabellen und Strukturdiagramme

Das Verfahren und die Datengrundlagen, die für die Ermittlung der nachfolgend in Abschnitt 1.1.5 dargestellten Ergebnisse notwendig waren, sind im Endbericht im Abschnitt 3.1.3 sowie in den obigen Abschnitten aufgeführt. Alle Ergebnisse dieses Abschnittes sind eigene Ableitungen des IÖR im Rahmen des Projektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“.

[4] Dies erfolgte differenziert nach Gebäude- und Raumtypen.

Tabelle 1.5 Wohngebäude- und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp: ABL (eigene Berechnungen IÖR)

Raumtyp	Wohngebäude insgesamt (12/99)					
	Gebäude	Wohnungen	Fläche			
I	2.848.042	10.348.857	762.164.716			
II	7.562.290	13.882.318	1.297.030.447			
III	3.428.804	5.579.020	551.067.770			
Summe	13.839.136	29.810.195	2.610.262.933			
	davon Wohngebäude mit 1 und 2 Wohnungen			davon Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen		
	Insgesamt (12/99)			Insgesamt (12/99)		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	1.802.317	2.267.669	232.759.307	1.045.725	8.081.188	529.405.409
II	6.576.626	8.290.865	900.166.233	985.664	5.591.453	396.864.214
III	3.108.818	3.828.739	429.245.410	319.986	1.750.281	121.822.360
Summe	11.487.761	14.387.273	1.562.170.950	2.351.375	15.422.922	1.048.091.983
Raumtyp	Wohngebäude mit 1 und 2 Wohnungen					
	davon Baujahr von ... bis ...					
	bis 1918			1919 - 1948		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	221.598	306.896	31.078.750	346.688	445.262	43.780.821
II	1.092.457	1.377.256	141.264.003	691.262	891.757	88.300.727
III	574.226	692.296	74.311.621	317.620	393.830	39.515.754
Summe	1.888.281	2.376.447	246.654.374	1.355.570	1.730.848	171.597.302
	1949 - 1957			1958-1968		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	253.095	331.902	30.887.823	329.401	409.558	40.971.456
II	703.406	931.097	88.376.284	1.204.485	1.551.731	159.914.859
III	296.172	374.755	35.849.705	529.248	664.815	68.597.444
Summe	1.252.674	1.637.754	155.113.812	2.063.135	2.626.104	269.483.759
	1969-1978			1979- 05/87		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	237.357	278.437	30.712.769	185.991	221.580	25.364.226
II	1.168.625	1.417.026	159.883.361	799.075	972.745	113.339.827
III	504.355	612.223	69.312.595	358.097	424.191	49.621.996
Summe	1.910.337	2.307.686	259.908.725	1.343.163	1.618.516	188.326.049
	06/87-1995			1996-12/99		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	157.848	189.738	20.720.203	70.338	84.297	9.243.260
II	633.223	793.443	102.455.043	284.093	355.811	46.632.129
III	363.311	457.426	62.679.826	165.788	209.202	29.356.470
Summe	1.154.382	1.440.607	185.855.072	520.220	649.310	85.231.859

Tabelle 1.6 Wohngebäude und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp: ABL (Fortsetzung), (eigene Berechnungen IÖR)

Raumtyp	Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen					
	davon Baujahr von ... bis ...					
	bis 1918			1919 - 1948		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	205.778	1.370.723	95.428.069	155.813	893.330	59.379.910
II	138.427	544.997	38.334.873	82.575	330.269	22.458.667
III	51.987	211.974	14.975.492	28.409	116.418	7.834.729
Summe	396.192	2.127.693	148.738.434	266.797	1.340.017	89.673.306
	Baujahr von ... bis ...					
	1949 - 1957			1958 - 1968		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	205.234	1.476.668	88.006.180	234.820	1.900.871	122.120.814
II	112.414	558.450	34.260.309	208.706	1.180.605	78.284.466
III	36.899	188.914	11.438.770	60.120	324.320	21.363.301
Summe	354.547	2.224.031	133.705.259	503.646	3.405.796	221.768.581
	1969 - 1978			1979 - 05/87		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	119.931	1.263.624	86.752.223	57.959	504.412	36.915.839
II	176.618	1.230.526	87.318.683	81.578	504.268	37.141.058
III	49.449	327.588	23.257.170	25.282	155.512	11.649.083
Summe	345.998	2.821.738	197.328.077	164.819	1.164.192	85.705.980
	06/87-1995			1996-12/99		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	46.216	467.702	28.439.750	19.975	203.859	12.362.625
II	126.859	844.758	66.988.479	58.487	397.580	32.077.679
III	46.221	288.146	21.135.117	21.618	137.409	10.168.696
Summe	219.296	1.600.606	116.563.346	100.080	738.848	54.609.000

Tabelle 1.7 Wohngebäude- und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den NBL incl. Berlin-Ost, (eigene Berechnungen IÖR)

Raumtyp	Wohngebäude insgesamt (12/99)					
	Gebäude	Wohnungen	Fläche			
I	400.101	2.280.169	145.749.700			
II	1.152.962	2.627.109	189.907.300			
III	1.190.854	2.522.817	190.743.500			
Summe	2.743.917	7.430.095	190.743.500			
	davon Wohngebäude mit 1 und 2 Wohnungen			davon Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen		
	Insgesamt (12/99)			Insgesamt (12/99)		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	202.091	240.776	22.426.600	198.010	2.039.393	123.323.100
II	922.629	1.144.351	101.866.400	230.333	1.482.758	88.041.300
III	1.000.720	1.213.670	113.452.300	190.134	1.309.147	77.292.000
Summe	2.125.440	2.598.797	237.745.300	618.477	4.831.298	288.656.400
Raumtyp	Wohngebäude mit 1 und 2 Wohnungen					
	davon Baujahr von ... bis ...					
	bis 1918			1919 - 1948		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	33.016	46.341	3.793.533	87.625	104.601	8.787.890
II	324.256	441.852	35.855.363	247.136	308.217	25.017.367
III	370.207	475.131	40.831.286	232.069	292.477	25.027.421
Summe	727.479	963.324	80.480.181	566.830	705.295	58.832.678
	1949 - 1968			1969 - 1990		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	15.228	16.635	1.430.062	23.397	24.466	2.511.960
II	70.937	82.647	7.014.581	131.196	139.978	14.158.636
III	103.899	120.766	10.300.309	147.820	159.679	16.487.709
Summe	190.064	220.048	18.744.952	302.413	324.123	33.158.305

Tabelle 1.8 Wohngebäude- und Wohnungsbestand 12/99 nach Gebäudetyp, Altersklasse und Raumtyp in den NBL incl. Berlin-Ost (Fortsetzung), (eigene Berechnungen IÖR)

Raumtyp	Wohngebäude mit 1 und 2 Wohnungen					
	davon Baujahr von ... bis ...					
	1991-09/95			10/95-12/99		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	13.431	15.333	1.673.943	29.394	33.400	4.229.212
II	52.797	59.535	6.644.925	96.308	112.122	13.175.528
III	59.866	65.777	7.540.590	86.859	99.840	13.264.985
Summe	126.094	140.645	15.859.458	212.560	245.363	30.669.726
	Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen					
	bis 1918			1919 - 1948		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	68.189	519.218	34.097.300	41.672	276.709	16.607.190
II	90.968	407.405	26.309.611	40.833	199.439	11.842.834
III	58.378	258.446	17.490.420	28.546	132.368	8.315.866
Summe	217.535	1.185.069	77.897.332	111.051	608.517	36.765.890
	1949 - 1968			1969 - 1990		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	28.240	295.899	16.422.065	45.300	751.159	44.696.271
II	37.476	270.689	15.230.749	43.989	455.610	26.522.819
III	37.717	269.484	15.307.829	51.973	536.770	32.548.961
Summe	103.433	836.072	46.960.642	141.262	1.743.539	103.768.051
	1991-09/95			10/95-12/99		
	Gebäude	Wohnungen	Fläche	Gebäude	Wohnungen	Fläche
I	5.062	52.473	3.416.808	9.547	143.934	8.083.466
II	6.262	47.471	3.088.012	10.805	102.144	5.047.275
III	5.077	38.224	2.499.767	8.443	73.856	1.129.157
Summe	16.401	138.168	9.004.587	28.795	319.934	14.259.899

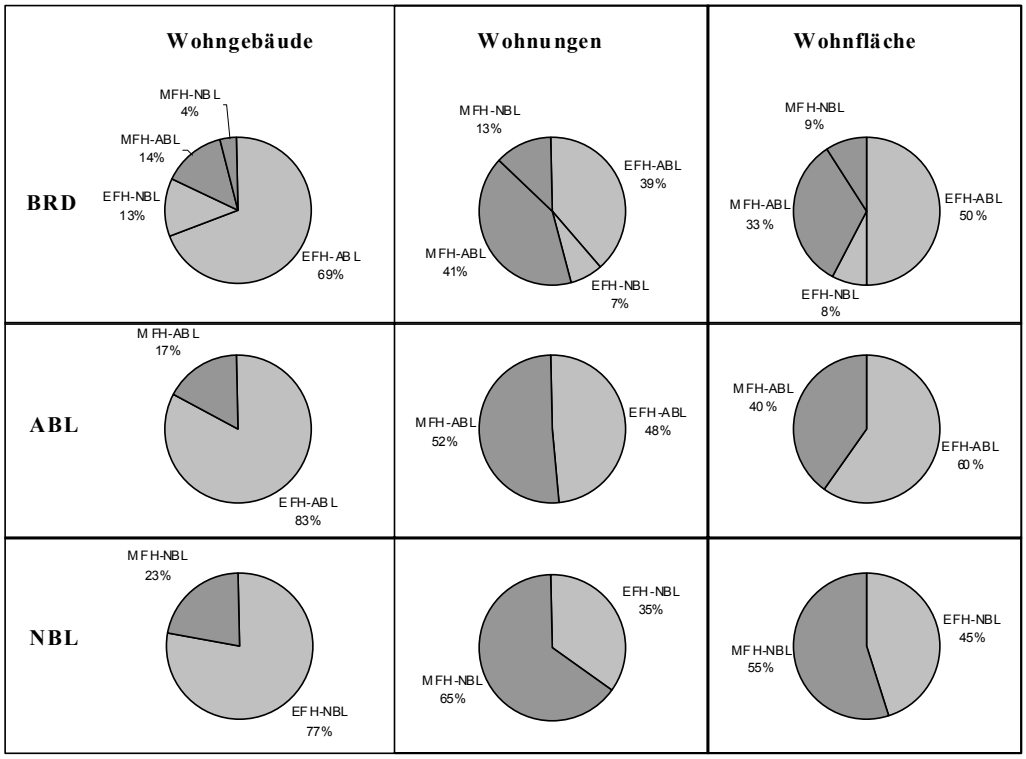


Abbildung 1.2 Struktur des Gebäude- und Wohnungsbestandes der Bundesrepublik nach Gebäudetypen und nach ABL/NBL (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR)

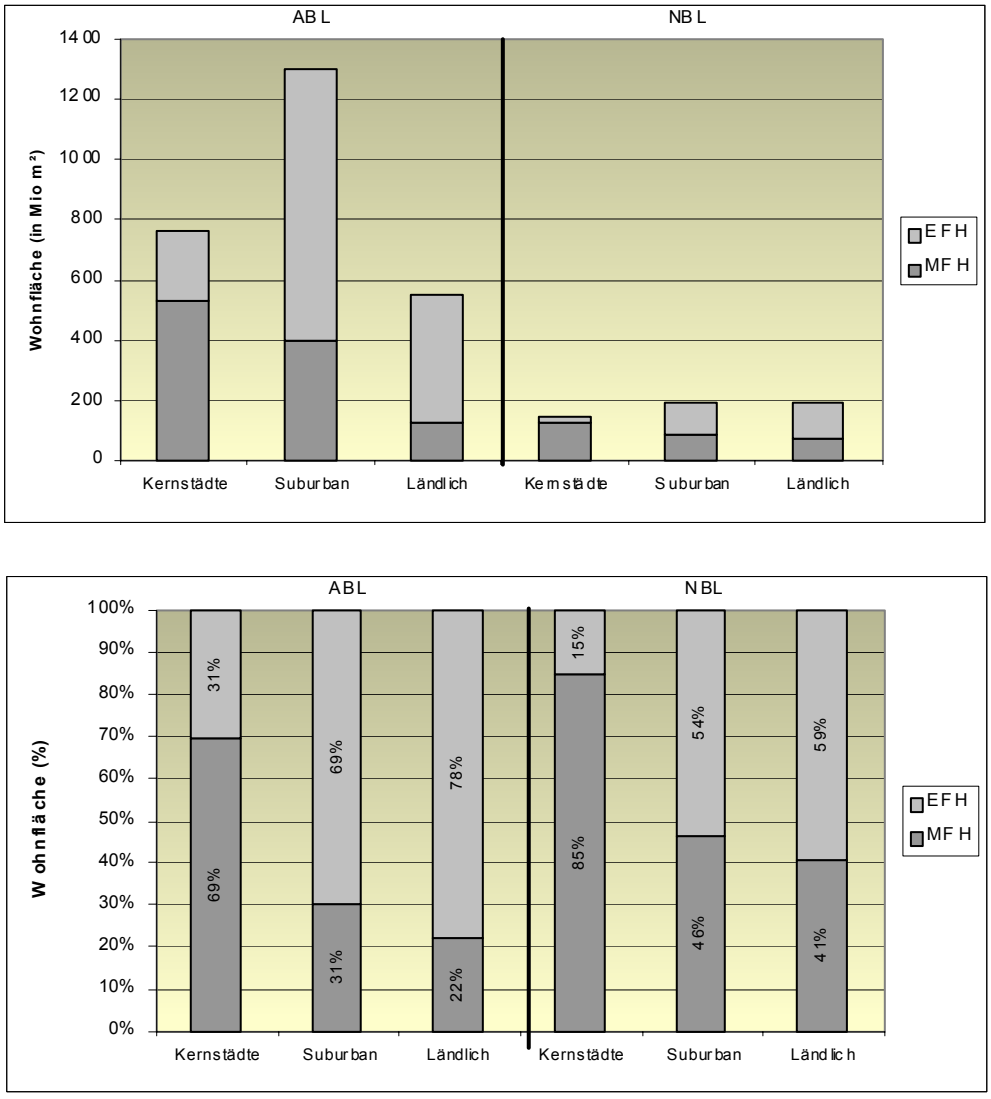


Abbildung 1.3 Wohnfläche nach Raumtypen und nach Gebäudetypen (ABL/NBL) (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR)

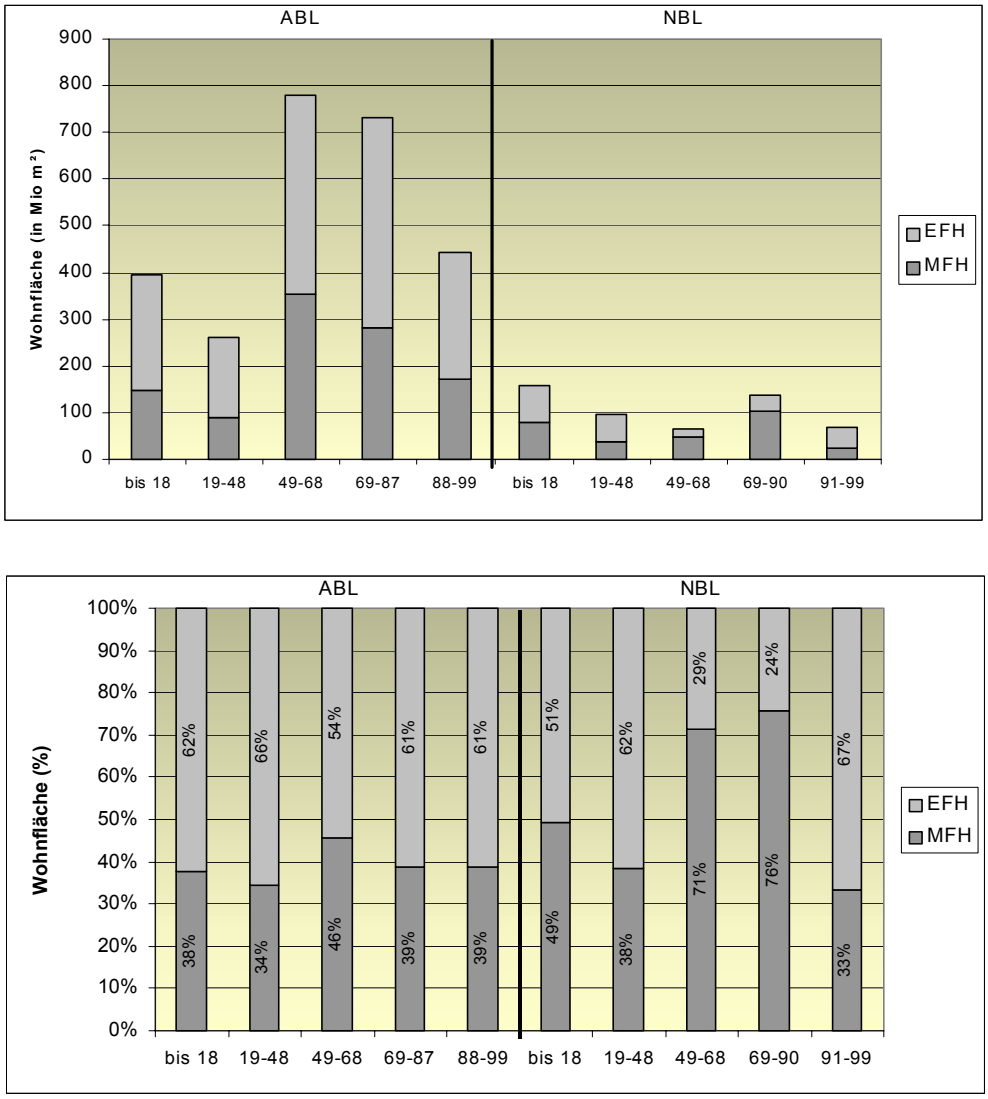


Abbildung 1.4 Wohnfläche nach Baualtersklassen und nach Gebäudetypen (ABL/NBL) (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR)

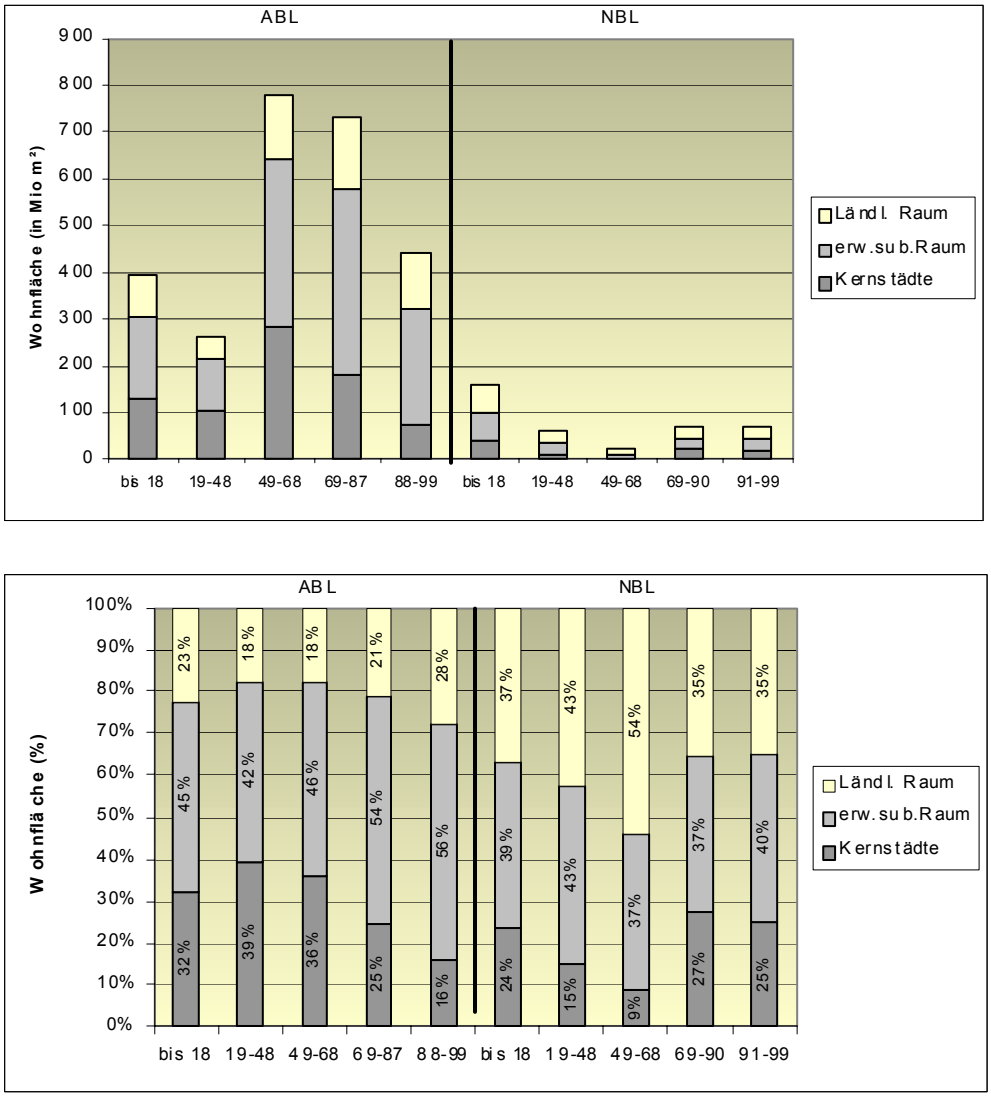


Abbildung 1.5 Wohnfläche nach Baualter und Raumtypen (ABL/NBL) (31.12. 1999), (eigene Berechnungen IÖR)

1.2 Straßenquerschnitte der Bebauungsleittypen

Die Daten in Abschnitt 1.2 sind eigene Zusammenstellungen der TU Dresden, Lehrstuhl Stadtbauwesen auf Grundlage der aufgeführten Quellen.

Tabelle 1.9 Straßenquerschnitte der EFB – Bebauungsleittypen (differenziert nach Raumtypen)

EFB-1 – Freistehende Ein- bis Zweifamilienhäuser					
Bemessungs-grundlagen	Genzmer 1897; Genzmer 1900; Gürschner, Benzel 1915; vorläufige RASt 1944, Prinz 1948; RAST 1953; RIST 1966 , 1969, 1981; RAST-Q 1968; RAST-E 1971; EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,50	5,00	2,50	10,00
	II	2,50	5,50	2,50	10,50
	III	2,00	5,50	2,00	9,50
EFB-2 – Ein- bis Zweifamilienhäuser als Doppelhäuser					
Bemessungs-grundlagen	vorläufige RASt 1944, Prinz 1948; RAST 1953; RIST 1966 , 1969, 1981; RAST-Q 1968; RAST-E 1971; EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,00	5,50	2,00	9,50
	II	2,00	6,00	2,00	10,00
	III	2,00	6,00	2,00	10,00
EFB-3 – Ein- bis Zweifamilienhäuser in Reihenhaus- und Gartenhofbauweise					
Bemessungs-grundlagen	vorläufige RASt 1944, Prinz 1948; RAST 1953; RIST 1966 , 1969, 1981; RAST-Q 1968; RAST-E 1971				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,25	6,00	2,25	10,50
	II	2,50	6,50	2,50	11,50
	III	2,00	6,00	2,00	10,00

Eigene Zusammenstellungen der TU Dresden, Lehrstuhl Stadtbauwesen auf Grundlage der aufgeführten Quellen

Tabelle 1.10 Straßenquerschnitte der MFB – Bebauungsleittypen (differenziert nach Raumtypen)

MFB-1 – Verdichtete Blockstrukturen					
Bemessungs-grundlagen	Genzmer 1897; Genzmer 1900; Gürschner, Benzel 1915; Hoffmann 1991				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,50	7,50	2,50	12,50
	II	2,50	7,50	2,50	12,50
	III	2,50	7,50	2,50	12,50
MFB-2 – Zeilenstrukturen					
Bemessungs-grundlagen	Vorläufige RASt 1944, Prinz 1948; RAST 1953; RIST 1966				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,50	10,50	2,50	15,50
	II	2,50	10,50	2,50	15,50
	III	2,50	9,50	2,50	14,50
MFB-3 – Geschosswohnungsbau in offener Baustruktur					
Bemessungs-grundlagen	RAST-Q 1968; RIST 1969; RAST-E 1971; RIST 1981				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,50	9,50	2,50	14,50
	II	2,50	10,50	2,50	15,50
	III	2,50	9,50	2,50	14,50
MFB-4 – Aufgelockerte Blockstrukturen					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,25	10,50	2,25	15,00
	II	2,25	10,50	2,25	15,00
	III	2,25	9,50	2,25	14,00

Eigene Zusammenstellungen der TU Dresden, Lehrstuhl Stadtbauwesen auf Grundlage der aufgeführten Quellen

Tabelle 1.11 Straßenquerschnitte des Neubaus (Ein- bis Zweifamilienhäuser differenziert nach Raumtypen)

EFH – Freistehende Einfamilienhäuser (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,50	5,00	2,50	10,00
	II	2,50	5,50	2,50	10,50
	III	2,00	5,50	2,00	9,50
DHH – Doppelhaushälften (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,00	5,50	2,00	9,50
	II	2,00	6,00	2,00	10,00
	III	2,00	6,00	2,00	10,00
2-FH – Zweifamilienhäuser (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,00	5,50	2,00	9,50
	II	2,00	6,00	2,00	10,00
	III	2,00	6,00	2,00	10,00
RHH – Reihenhäuser (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	RIST 1966 , 1969, 1981; RAST-Q 1968; RAST-E 1971				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,25	6,00	2,25	10,50
	II	2,50	6,50	2,50	11,50
	III	2,00	6,00	2,00	10,00

Eigene Zusammenstellungen der TU Dresden, Lehrstuhl Stadtbauwesen auf Grundlage der aufgeführten Quellen

Tabelle 1.12 Straßenquerschnitte des Neubaus (Mehrfamilienhäuser differenziert nach Raumtypen)

MFH 3-6 – Mehrfamilienhäuser mit 3-6 WE (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,25	10,50	2,25	15,00
	II	2,25	10,50	2,25	15,00
	III	2,25	9,50	2,25	14,00
MFH 7-12 – Mehrfamilienhäuser mit 7-12 WE (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,25	10,50	2,25	15,00
	II	2,25	10,50	2,25	15,00
	III	2,25	9,50	2,25	14,00
MFH 13 + x – Mehrfamilienhäuser mit 13 + x WE (ABL und NBL)					
Bemessungs-grundlagen	EAE 85/95				
Aufbau [m]	RT	Gehweg	Fahrbahn	Gehweg	Straßenbreite
	I	2,25	10,50	2,25	15,00
	II	2,25	10,50	2,25	15,00
	III	2,25	9,50	2,25	14,00

Eigene Zusammenstellungen der TU Dresden, Lehrstuhl Stadtbauwesen auf Grundlage der aufgeführten Quellen

1.3 Netzlängen der Bebauungsleittypen

Das Verfahren und die Datengrundlagen, die für die Ermittlung der nachfolgend dargestellten Ergebnisse notwendig waren, sind im Endbericht im Abschnitt 3.2.2 aufgeführt. Alle Ergebnisse dieses Abschnittes sind eigene Ableitungen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen im Rahmen des Projektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“.

Tabelle 1.13 Charakteristische Netzlängen des Straßen- Trinkwasser- und Abwassernetzes, von Bebauungsleittypen (differenziert nach Raumtypen) bezogen auf m^2 Geschossfläche

Bebauungs-leittyp	Raumtyp	Verkehr	Trinkwasser	Abwasser[5]
		m Netzlänge / m^2 Geschossfläche		
EFB 1	RT I	0,070 m/m^2	0,088 m/m^2	0,077 m/m^2
	RT II	0,095 m/m^2	0,119 m/m^2	0,105 m/m^2
	RT III	0,111 m/m^2	0,138 m/m^2	0,122 m/m^2
EFB 2	RT I	0,053 m/m^2	0,066 m/m^2	0,058 m/m^2
	RT II	0,070 m/m^2	0,088 m/m^2	0,077 m/m^2
	RT III	0,070 m/m^2	0,088 m/m^2	0,077 m/m^2
EFB 3	RT I	0,043 m/m^2	0,054 m/m^2	0,047 m/m^2
	RT II	0,043 m/m^2	0,054 m/m^2	0,047 m/m^2
	RT III	0,060 m/m^2	0,075 m/m^2	0,066 m/m^2
MFB 1	RT I	0,024 m/m^2	0,030 m/m^2	0,026 m/m^2
	RT II	0,024 m/m^2	0,030 m/m^2	0,026 m/m^2
	RT III	0,024 m/m^2	0,030 m/m^2	0,026 m/m^2
MFB 2	RT I	0,019 m/m^2	0,024 m/m^2	0,021 m/m^2
	RT II	0,019 m/m^2	0,024 m/m^2	0,021 m/m^2
	RT III	0,034 m/m^2	0,043 m/m^2	0,038 m/m^2
MFB 3	RT I	0,021 m/m^2	0,026 m/m^2	0,023 m/m^2
	RT II	0,019 m/m^2	0,024 m/m^2	0,021 m/m^2
	RT III	0,028 m/m^2	0,034 m/m^2	0,030 m/m^2
MFB 4	RT I	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT II	0,030 m/m^2	0,038 m/m^2	0,033 m/m^2
	RT III	0,036 m/m^2	0,045 m/m^2	0,039 m/m^2

Eigene Ableitungen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

[5] In die Datenbank von BASiS-2 sind die in der Tabelle angegebenen Netzlängen für Abwasser jeweils mit dem Faktor 1,45 multipliziert eingegeben, um den angesetzten Anteil von 45% Trennsystem (parallele Leitungen für Schmutz- und Regenwasser, vgl. Kapitel 1.6.1 und 1.6.2 des Anhangbandes) zu berücksichtigen.

Tabelle 1.14 Charakteristische Netzlängen des Straßen- Trinkwasser- und Abwassernetzes für Haustypen des Neubaus (differenziert nach Raumtypen) bezogen auf m^2 Geschossfläche

Haustyp	Raumtyp	Verkehr	Trinkwasser	Abwasser[6]
		m Netzlänge / m^2 Geschossfläche		
EFH	RT I	0,060 m/m^2	0,075 m/m^2	0,066 m/m^2
	RT II	0,067 m/m^2	0,083 m/m^2	0,073 m/m^2
	RT III	0,111 m/m^2	0,138 m/m^2	0,122 m/m^2
DHH	RT I	0,053 m/m^2	0,066 m/m^2	0,058 m/m^2
	RT II	0,070 m/m^2	0,088 m/m^2	0,077 m/m^2
	RT III	0,100 m/m^2	0,125 m/m^2	0,110 m/m^2
2-FH	RT I	0,053 m/m^2	0,066 m/m^2	0,058 m/m^2
	RT II	0,070 m/m^2	0,088 m/m^2	0,077 m/m^2
	RT III	0,100 m/m^2	0,125 m/m^2	0,110 m/m^2
RHH	RT I	0,038 m/m^2	0,048 m/m^2	0,042 m/m^2
	RT II	0,043 m/m^2	0,054 m/m^2	0,047 m/m^2
	RT III	0,060 m/m^2	0,075 m/m^2	0,066 m/m^2
MFH 3-6	RT I	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT II	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT III	0,036 m/m^2	0,045 m/m^2	0,039 m/m^2
MFH 7-12	RT I	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT II	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT III	0,029 m/m^2	0,036 m/m^2	0,031 m/m^2
MFH 13+x	RT I	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT II	0,020 m/m^2	0,025 m/m^2	0,022 m/m^2
	RT III	0,029 m/m^2	0,036 m/m^2	0,031 m/m^2

Eigene Ableitungen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

[6] In die Datenbank von BASiS-2 sind die in der Tabelle angegebenen Netzlängen für Abwasser jeweils mit dem Faktor 1,45 multipliziert eingegeben, um den angesetzten Anteil von 45% Trennsystem (parallele Leitungen für Schmutz- und Regenwasser, vgl. Kapitel 1.6.1 und 1.6.2 des Anhangbandes) zu berücksichtigen.

1.4 Grundlagen der verbrauchs- und belastungsabhängigen Dimensionierung der technischen Infrastruktur

Die Entwicklung der Stoffkennwerte der Straßen und Rohrleitungen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung für den Bestand und Neubau erfolgte auf der Ebene von Wohngebietsausschnitten, abstrahiert durch die Bebauungsleittypen. Dazu waren umfangreiche ingenieurtechnische Überlegungen erforderlich. Im Folgenden werden Grundlagen und Annahmen aufgeführt. Die Ausführungen stützen sich insbesondere auf Arbeiten, die am Lehrstuhl für Stadtbauwesen der TU Dresden projektbegleitend angefertigt wurden (Albrecht 2001; Triebel 2001).

Die Bemessung von Ver- und Entsorgungsleitungen erfolgt einwohner- und netzbezogen. Dazu wurden für die Bebbauungsleittypen nutzungs-, verbrauchs- und belastungsbezogene Annahmen getroffen. In diesem Abschnitt werden allgemeine Annahmen (einwohnerbezogen bzw. netzbezogen) aufgeführt, die für die Dimensionierung von Rohrleitungsnetzen (Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung) wesentlich sind.

Einwohnerbezogene Bemessungsgrößen

Zur Dimensionierung der Trinkwassernetze sind einwohnerbezogene Bemessungsgrößen erforderlich. Hierzu muss das Verhältnis Einwohner zu Wohnfläche differenziert nach ABL und NBL sowie Ein- bis Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern ermittelt werden. Angaben der jeweiligen durchschnittlichen Geschossfläche sind erforderlich für die Ableitung von Einwohnerdichten (EW je ha) differenziert nach Bebauungsleittypen (vgl. Abschnitt 1.4.1.1). Mit der Kenntnis der Einwohnerdichten und des spezifischen Verbrauchs je Einwohner (vgl. Tabelle 1.16) kann die Dimensionierung der Trinkwasserleitungen erfolgen.

Tabelle 1.15 Einwohnerbezogene Bemessungsgrößen (eigene Ableitung TU Dresden aus Daten von Müller, Korda 1999 sowie Bautätigkeitsstatistik 12/98).

Bebauungstyp	Angabe	ABL	NBL
Ein- / Zweifamilienhäuser	Wohnfläche [m^2]	105	88
	Wohnfläche je EW [m^2/EW]	37	33
	Wohnungsbelegung [EW/WE]	2,8	2,7
	Geschossfläche [m^2]	131	110
Mehrfamilienhäuser	Wohnfläche [m^2]	68	60
	Wohnfläche je EW [m^2/EW]	28	25
	Wohnungsbelegung [EW/WE]	2,4	2,4
	Geschossfläche [m^2]	81	75

Netzbezogene Grundannahmen

Bei der Dimensionierung der Versorgungsleitungen wurde unterstellt, dass die Leitungslängen zum nächsten Verknüpfungspunkt (an eine Ringleitung oder Knoten im Maschennetz) 100 m nicht übersteigen. Nach Müller/Korda (1999) haben Stichstraßen eine Länge von 100 bis 120 m, die Länge von Schleifenstraßen sollte 200 m nicht übersteigen.

Eine Differenzierung nach hydraulischen Gesichtspunkten wurde nicht vorgenommen. Hydraulische Gegebenheiten sind in erster Linie von Gelände- und Druckverhältnissen abhängen, wofür keine bebauungsleittypischen oder gebäudetypischen Festlegungen sinnvoll sind. Vereinfacht wurde generell von ebenem Gelände und ausreichendem Versorgungsdruck ausgegangen.

Wohngebiete weisen in der Regel keinen einheitlichen Nenndurchmesser bei den Versorgungsleitungen eines Mediums auf. Besonders im Entsorgungsbereich ist eine Staffelung der Anfangshaltungen anzutreffen. Dieser Aspekt wurde vereinfacht durch den Ansatz mittlerer („ideeller“) Durchmesser entsprechend einer angenommenen charakteristischen Verteilung berücksichtigt.

1.4.1 Trinkwasserversorgung

1.4.1.1 Bemessungsgrundlagen Trinkwasserversorgung

Die Bestandteile einer Wasserversorgung sind Wassergewinnung und -aufbereitung, Wasserspeicherung und Wasserverteilung. Von diesen Bestandteilen wird hier nur die letzte Stufe betrachtet, die Verteilung des Wassers im Ortsnetz zu den Hausanschlüssen der Verbraucher. Entscheidend für die Bemessung der Trinkwasserversorgung ist einerseits der Verbrauch im Zielgebiet sowie die Art des Verteilungsnetzes.

Der entscheidende Ausgangswert für die Bemessung ist der Wasserbedarf je Einwohner, welcher je nach Lage (rural/urban) und Wohnungsausstattung differieren kann. Aus den Angaben der DVGW[7] W 410 lassen sich bebauungsleittypenspezifische Bemessungsgrößen des Trinkwasserbedarfs ableiten. Anhaltspunkte für eine räumliche Differenzierung (Raumtypen oder ABL/NBL) liegen aber nicht vor.

Tabelle 1.16 Bemessungsgrößen Trinkwasserbedarf

Struktur des Versorgungsgebietes	Zuordnung zu Typ	Mittlerer Trinkwasserbedarf je Einwohner und Tag
reine Wohngebiete mit 1-2-Familienhäusern, z. T. Komfortwohnungen	EFB 1 – 3	130 l / EW • d
Gemischte Wohngebiete	MFB 1 – 4	110 l / EW • d

[7] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. – Technische Regel - Arbeitsblatt G 661

Weiterer wichtiger Bestandteil der Bemessung ist die Versorgung der Gebiete mit Löschwasser. Es wird unterstellt, dass die Versorgungsanlagen den heutigen Normen entsprechen. Blatt W 405 des DVGW–Regelwerkes sieht eine Differenzierung der bereitzustellenden Löschwassermenge nach baulicher Nutzung und Gefahr der Brandausbreitung vor.

Die Festlegung des Löschwasserbedarfes erfolgt in Anlehnung an die Kategorie „reine und allgemeine Wohngebiete; mittlere Gefahr der Brandausbreitung“. Damit ergibt sich für diese Gebiete eine erforderliche Löschwassermenge von 96 m^3/h (26,7 l/s), wenn die Löschwasserversorgung über das öffentliche Trinkwassernetz erfolgen soll.

Diese Bemessungswassermenge ergibt bei Kleinsiedlungen bzw. lockerer Bebauung für den Trinkwasserbedarf überbemessene Rohrleitungen. Bei voller Löschwasserversorgung über das Trinkwassernetz wird damit erst bei etwa 2000 Einwohnern der Trinkwasserverbrauch gegenüber dem vorzuhaltenden Lastfall Löschwasser dominant.

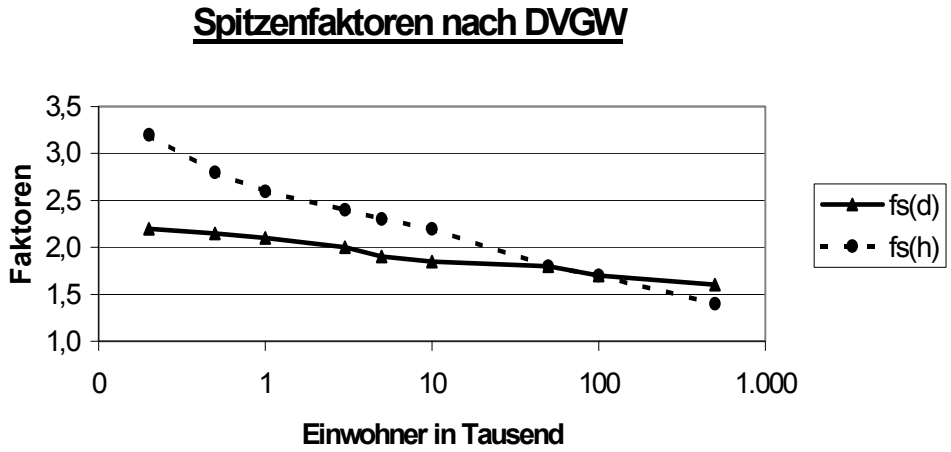
Ab einem Gebietsverbrauch von 2000 m^3 täglich (etwa 10.000 Einwohner) ist nach DVGW W 311 ein Löschwasserzuschlag für die großräumige Planung der Wasserversorgung nicht mehr erforderlich. Diese Werte liegen jedoch weit oberhalb der in dieser Arbeit angestrebten Betrachtung strukturreiner, also kleinerer Gebietseinheiten. Daher kann der Löschwasseranteil nicht aus dieser Betrachtung herausgelöst werden.

Bei der Ermittlung der dem Leitungsnetz entnommenen Wassermenge muss die im Tagesverlauf schwankende Abnahme als Gleichzeitigkeitsbetrachtung[8] in Form von Spitzenfaktoren[9] mit berücksichtigt werden. Bemessen wird für den Spitzenverbrauch. Diese Spitzenfaktoren unterscheiden nach Gebietsgröße eine Tagesspitze $f_{s(d)}$ und eine Stundenspitze $f_{s(h)}$ (Tabelle 1.17).

[8] Gleichzeitigkeitsbetrachtung: Rechenverfahren mit dem aus Spitzenfaktoren und weiteren relevanten Bemessungsgrößen Gleichzeitigkeitsfaktoren ermittelt werden.

[9] Spitzenfaktor für Netzeinspeisung f_s: Verhältnis zwischen Spitzen- und Mittelwert der Netzeinspeisung einer Wasserversorgung in einer bestimmten Zeit (DIN 4046).

Tabelle 1.17 Spitzenfaktoren der Trinkwasserversorgung



Zur Durchführung der Gleichzeitigkeitsbetrachtung wurden plausible Einwohnerzahlen/ha Bruttowohnbauland angenommen: Für EFB-Gebiete wurden 200 Einwohner/ha, für die MFB-Gebiete 500 Einwohner/ha unterstellt. Daraus ergeben sich die Gleichzeitigkeitsfaktoren[10] zu $f_{s(d)} = 2{,}2$ und $f_{s(h)} = 3{,}2$ für EFB-Gebiete sowie zu $f_{s(d)} = 2{,}15$ und $f_{s(h)} = 2{,}8$ für MFB-Gebiete. Zur Berücksichtigung der Verluste in Trinkwasserversorgungsnetzen wurden auf Grundlage des Expertenwissens der Mitarbeiter des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden folgende Pauschalwerte angesetzt:

- Alte Bundesländer (bestehende, gewartete Netze): 10 % Verlust
- Neue Bundesländer (teilweise unzureichende Netze): 20 % Verlust

Die der Rohrleitungsdimensionierung zugrundeliegende Wassermenge wurde für den „Spitzenverbrauch Normalfall“ und den „Brandfall“ ermittelt[11]:

- Spitzenverbrauch Normalfall $$Q_{s1} = \max Q_h(\max Q_d) = f_h \frac{f_d * Q_d}{24}$$
- Brandfall $$Q_{s2} = \max Q_h(Q_d) + Q_{lö} = f_h * \frac{Q_d}{24} + Q_{lö}$$

Für den größeren der beiden Werte (Q_{s1} bzw. $Q_{s2)}$ wurde die Dimensionierung der Trinkwasserleitung bemessen. Problematisch ist hierbei, dass weder über die Anbindung der betrachteten Gebiete an die vorhandene Versorgung noch über Konzepte zur Löschwasserversorgung Aussagen bekannt sind. Daher wurden hier Festlegungen

[10] Gleichzeitigkeitsfaktor (auch als Gleichzeitigkeitsgrad bezeichnet): Verhältnis des tatsächlich auftretenden Spitzenwertes der nutzbaren Wasserabgabe zur Summe des Spitzenbedarfs aller Einzelabnehmer.

[11] Q_{s1} = Spitzenverbrauch pro h im Normalfall; Q_{s2} = Erforderliche Wassermenge im Brandfall pro h; Q_h = Mittelwert aller Stundenverbrauchswerte am Tag des mittleren Verbrauchs (Q_d); Q_d = Mittelwert aller Tagesverbrauchswerte eines Jahres; f_d = Spitzenfaktor zur Ermittlung des zu erwartenden maximalen Tagesverbrauchs; f_h = Spitzenfaktor zur Ermittlung des zu erwartenden maximalen Stundenverbrauchs am Tag des maximalen Verbrauchs; $Q_{lö}$ = Erforderliche Wassermenge im Brandfall.

getroffen, die eine Zuordnung der Bemessungsgrößen zu den Gebieten möglich machen:

- Die Entfernung eines möglichen Brandobjektes von der nächsten Löschwasserquelle sollte 80 – 120 m nicht überschreiten.
- Ist mit diesen Entfernungen zweiseitige Löschwasserversorgung möglich, kann die bereitzustellende Löschwassermenge auf die beiden Einspeisemöglichkeiten aufgeteilt werden.

Weiter waren Annahmen bezüglich charakteristischer Straßennetze erforderlich:

- Für Stichstraßen wurden 100 m, für Schleifenstraßen 200 m angesetzt.
- Bei den EFB–Typen wurde davon ausgegangen, dass die Objekte auf der Anliegerstraße nicht weiter als 100 m vom nächsten Hydranten einer Verteilungsleitung entfernt sind. Im Gebiet selbst wurde nur für den Trinkwasserbedarf bemessen. Dem Gebiet wurde ein Anteil der zur Versorgung anliegenden Hauptleitung zugeordnet.
- Bei den MFB–Typen wurde die Löschwasserversorgung den durch das Gebiet verlaufenden Versorgungsleitungen zugeschlagen.

1.4.1.2 Dimensionierung Trinkwasserversorgung

Zur Dimensionierung der Trinkwasserversorgung von EFB-Gebieten wurden folgende Festlegungen getroffen: Als Netztyp wird ein Ringsystem unterstellt. Von der Ringleitung gehen Stichleitungen in die einzelnen Anliegerstraßen. Die Gebiete erhalten keine direkte Löschwasserversorgung über die Versorgungsleitungen in den Anliegerstraßen. Dazu wären bei den geringen Abnahmemengen übermäßig große Durchmesser zu verlegen, in denen es zur Stagnation des Wassers kommt. Die Löschwasserversorgung erfolgt über Leitungen der Ringleitung, die der äußeren Erschließung zuzurechnen ist. Damit ist für die Bemessung der Trinkwasserrohre der inneren Erschließung der Fall „max $Q_{h(max\ Qd)}$“ maßgebend. Löschwasser wird nicht mitbemessen.

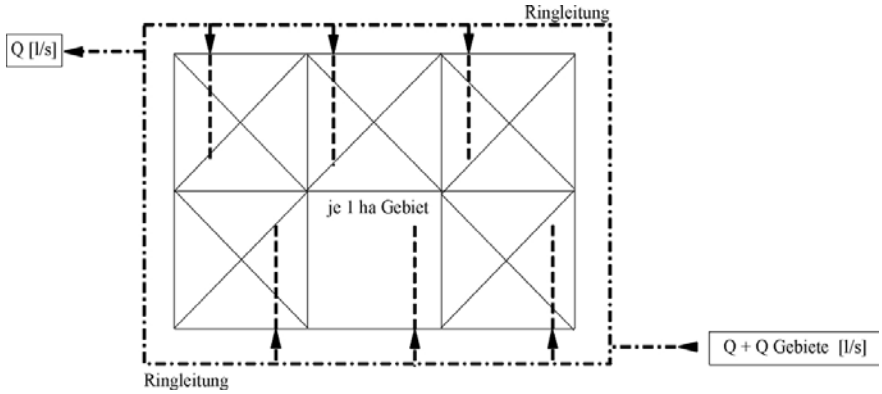


Abbildung 1.6 Planquadrat Ein- Zweifamilienhausbebauung (Trinkwasserversorgung)[12]

Abbildung 1.6 verdeutlicht, dass jede Erschließungseinheit (1 ha Gebiet) von der übergeordneten Leitung (Ringleitung) an mindestens einer Seite tangiert wird.

Daraus ergeben sich für EFB- Gebiete erforderliche Nenndurchmesser von DN 80 bis DN 100. Im Modell werden einheitlich Durchmesser von DN 100 angenommen.

Für Mehrfamilienhausgebiete wird ein dem Straßenraster folgendes Leitungsnetz (Maschennetz) angenommen (vgl. nachfolgende Abbildung). Die Löschwasserversorgung erfolgt durch dieses gebietsinterne Leitungsnetz. Damit ist der Lastfall „max $Q_{h(Qd)} + Q_{lö}$“ maßgebend.

[12] (Albrecht 2001, Triebel 2001).

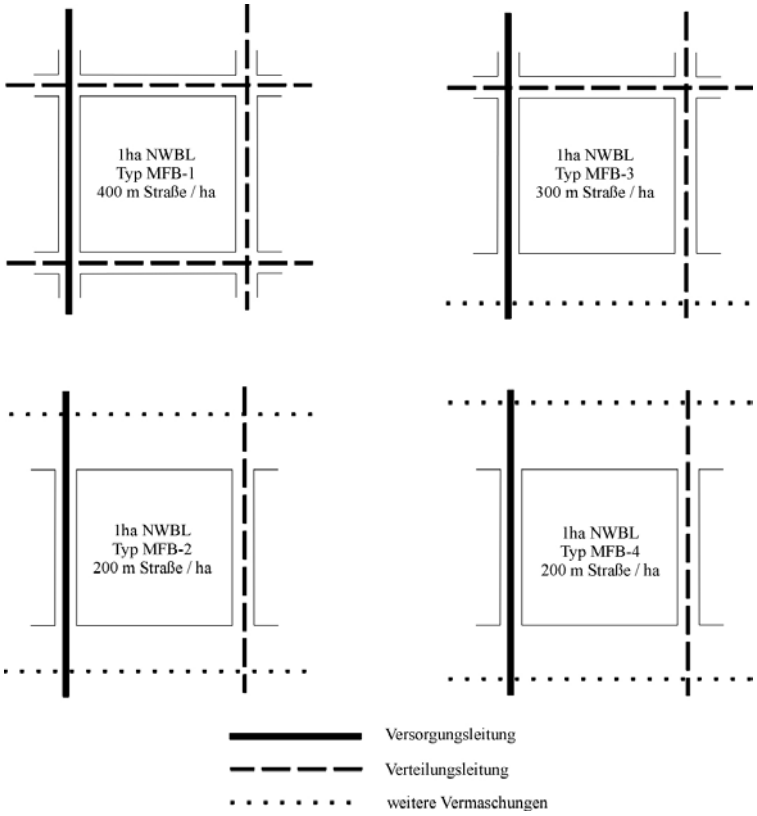


Abbildung 1.7 Versorgungseinheiten der Mehrfamilienhausbebauung (Trinkwasserversorgung)[13]

Betrachtet werden, wie bei den EFB-Typen, Versorgungseinheiten von 1 ha. Diesen Einheiten lassen sich gebietstypische Straßenlängen zuordnen. Anders als bei den EFB-Typen, wo diese durch Stichleitungen versorgt wurden, wird hier eine außenliegende Erschließung[14] unterstellt. Das bedeutet, dass sich innerhalb der Versorgungseinheiten keine Verkehrserschließungsflächen befinden und somit auch die Leitungsnetze ringförmig um die Versorgungseinheiten angeordnet sind.

Neben den reinen Verteilerleitungen wird den Versorgungseinheiten jeweils eine Leitung der nächsthöheren Netzhierarchiestufe (Versorgungsleitung) zugeordnet. Diese wird so ausgelegt, dass sie eine ha–Einheit (Block) allein versorgen könnte.

Die Nenndurchmesser der Versorgungs- und Verteilungsleitungen ergeben sich aus dem Spitzenverbrauch im Brandfall, der sowohl von der Versorgungsleitung als auch den Verteilungsleitungen gedeckt werden kann. Vereinfacht wird jedem Gebietstyp jedoch nur ein Leitungsdurchmesser zugeordnet. Dieser wurde von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden unter fachlicher Abschätzung der prozentualen Anteile der Leitungstypen in den Versorgungseinheiten unter Berücksichti-

[13] Quellen vgl. Fußnote 12.

[14] Nicht zu verwechseln mit äußerer und innerer Erschließung eines Wohngebietes. Die außenliegende Erschließung bezeichnet in diesem Zusammenhang die den Block des Planquadrates umgreifende Verkehrsinfrastruktur, die weiterhin Bestandteil der inneren Erschließung des aus einer Mehrzahl solcher Planquadrate bestehenden Wohngebietes ist.

gung der Kreisflächeninhalte der Rohrtypen und unter Berücksichtigung der Erschließungsart (einseitige oder zweiseitige Erschließung) überschlägig ermittelt. Im Ergebnis wurde den Bebbauungsleittypen Typen MFB 1 und MFB 4 ein Nenndurchmesser von DN 150 zugeordnet und MFB 2 und MFB 3 ein Nenndurchmesser DN 200.

1.4.1.3 Material Trinkwasserversorgung

Eine Vielzahl von Einflussfaktoren, wie z.B. die innere und äußere Belastung und die Korrosionswahrscheinlichkeit der Rohrleitungen und die Baugrundverhältnisse, beeinflussen die Wahl der Rohrwerkstoffe am jeweiligen Verwendungsort. Die folgenden Ausführungen stützen sich vor allem auf Herz (1996) und Expertenwissen aus erstellten (nicht öffentlich zugänglichen) Gutachten für Wasserversorgungsunternehmen.

Im Bereich der Verteilernetze der Wasserversorgung sind als übliche Werkstoffe Lamelarer Grauguss (GGL), Duktilguss (GGG), Stahl und Kunststoff in Gebrauch. Die ursprünglich ausschließlich eingesetzten, jedoch sehr bruchanfälligen Graugussrohre sind durch ihre gute Korrosionsbeständigkeit besonders im Bereich der Neuen Bundesländer bis heute im Einsatz. Lamelarer Grauguss (GGL) ist bis etwa 1980 in den Alten, bis 1990 in den Neuen Bundesländern eingesetzt worden. Der Rohrnetzanteil liegt in den Neuen Bundesländern bei ca. 40 – 60 %. Dieser Werkstoff ist in den Alten Bundesländern ab den 60er Jahren, in den Neuen Bundesländern in kleinerem Maßstab ab etwa 1980 durch den Nachfolgewerkstoff Duktilguss (GGG) vom Markt verdrängt worden. Den Vorteilen dieses Werkstoffes (u.a. hohe Festigkeit, Möglichkeit längskraftschlüssiger Verbindungen) steht eine den Stahlrohren ähnliche Korrosionsempfindlichkeit gegenüber.

Stahlrohre lassen sich ideal überall dort einsetzen, wo hohe Festigkeit und Zähigkeit des Materials gefordert sind. Dies ist bei hohen Innendrücken, Druckstößen und großen Nennweiten der Fall. Durch die Anwendung der Schweißtechnik sind Stahlrohre individuell an die jeweiligen Einsatzbedingungen anpassbar. Großer Nachteil sind erforderliche Maßnahmen zum Korrosionsschutz durch Umhüllung und Auskleidung. Als Korrosionsschutz von Stahl- und Gussrohren sind Zementmörtel-, Bitumen- und Polyethylenumhüllungen (PE) im Einsatz. Für den inneren Korrosionsschutz von Trinkwasserleitungen aus Guss und Stahl hat sich die Auskleidung der Rohre mit einer wenige Millimeter dünnen Zementmörtelschicht durchgesetzt. Stahlrohrleitungen sind in Deutschland nicht älter als etwa 100 Jahre. Im Bereich der Alten Bundesländer sind Stahlleitungen von etwa 1920 bis 1980, in den Neuen Bundesländern vor allem von ca. 1960 bis 1990 in Größenordnungen eingesetzt worden.

Rohrleitungen aus Kunststoff, den Materialien PVC–hart und PE, sind in der Wasserversorgung seit Ende der 50er Jahre, in nennenswerten Größenordnungen ab ca. 1970 im Einsatz. Aufgrund der Vorteile bzgl. Korrosionsbeständigkeit, glatter Innenwände, elastischem Material und geringem Gewicht hat sich Kunststoff schnell zu

einem verbreiteten Material besonders bei kleineren Nennweiten entwickelt. Der Kunststoffanteil liegt beim Bau neuer Wasserleitungen derzeit etwa bei 30 % (Neubau und Instandhaltung im Bestand).

Tabelle 1.18 Angenommene Materialverteilung in Trinkwasser–Ortsnetzen im Bestand (eigene Abschätzung Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden)

Material	Alte Bundesländer	Neue Bundesländer
Guss	60 % bis 1980 GGL ab 1960 GGG	60 % 50 % GGL; bis 1990 10 % GGG; ab 1980
Stahl	kaum im Ortsnetz	20 %
Kunststoff	30 % ab Ende der 50er Jahre	5 % ab 1970
Asbestzement	sinkender Anteil ab 1930 bis 1980	sinkender Anteil ab 1930 bis 1990
Stahlbeton	kaum im Ortsnetz	kaum im Ortsnetz

Bezogen auf die Bebauungsleittypen wurden folgende Materialien zugeordnet:

Tabelle 1.19 Dimensionierung und verwendetes Material für Trinkwasserrohre der Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden)

Trinkwasserversorgung			
Bebauungsleittyp		Durchmesser	Material
EFB 1 bis 1918	ABL	DN 100	Guss GGL
EFB 1 1919 bis 1968	ABL	DN 100	Guss GGL; Guss GGG
EFB 1 und 2 1969 bis 1999	ABL	DN 100	Guss GGG; PE
EFB 3 1969 bis 1999	ABL	DN 100	Guss GGG, PE
MFB 1 bis 1918	ABL	DN 150	Guss GGL
MFB 2 1919 bis 1957	ABL	DN 200	Guss GGL
MFB 3 1958 bis 1978	ABL	DN 200	Guss GGL; Guss GGG
MFB 4 1979 bis 1999	ABL	DN 150	Guss GGL; PE
EFB 1 bis 1918	NBL	DN 100	Guss GGL
EFB 1 1919 bis 1968	NBL	DN 100	Guss GGL
EFB 1 1969 bis 1990	NBL	DN 100	Guss GGL; PE / PVC
EFB 1 und 2 1991 bis 1999	NBL	DN 100	PE
EFB 3 1991 bis 1999	NBL	DN 100	PE
MFB 1 bis 1918	NBL	DN 150	Guss GGL
MFB 2 1919 bis 1968	NBL	DN 200	Guss GGL; Stahl
MFB 3 1969 bis 1990	NBL	DN 200	Guss GGL; Stahl; PVC/PE
MFB 4 1991 bis 1999	NBL	DN 150	PE

Die prozentuale Verteilung der aufgeführten Materialien für die Trinkwasserrohre innerhalb der Bebauungsleittypen in der Datenbank zum Stoffstrommodell BASiS-2 ist in Abschnitt 1.6.2 dokumentiert. Die Daten basieren auf Expertenwissen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

1.4.2 Abwasserentsorgung

1.4.2.1 Bemessungsgrundlagen Abwasserentsorgung

Die zu berücksichtigende Abwasser-Durchflussmenge setzt sich im Wesentlichen aus Schmutz- und Regenwasser zusammen.

Die Ermittlung des häuslichen Schmutzwassers setzt an Angaben zum Wasserbedarf an. Nach Hosang/Bischof (1993) kann mit guter Näherung ein mittlerer Wert von 5 Liter Schmutzwasser je Sekunde und 1000 Einwohnern angesetzt werden.

Die Ermittlung der Regenwassermengen erfolgte nach den Vorgaben der ATV A 118. Dazu sind Festlegungen zum Bemessungsregen, zur zulässigen Häufigkeit der

Überschreitung des Bemessungsregens und zur anzusetzenden Regendauer erforderlich.

Wie viel Regenwasser in die Kanalisation gelangt, hängt von der anzusetzenden „Regenspende“ ab, dem Sicherheitsansatz in Form von Überstauhäufigkeit und Regendauer und dem Versickerungsanteil vor Ort. Die anfallende mittlere Regenspende unterliegt regionalen Unterschieden. Sie kann zwischen regenarmen und regenreichen Gebieten in Deutschland über 100 % auseinander liegen. Es wird deshalb als Bemessungsregen ein theoretischer Durchschnittswert angesetzt (ATV A 118), der statistisch jährlich nur einmal überschrittene „15MinutenRegen“ $r_{15,\ n=1}$ von 130 Liter je Sekunde und Hektar. Die Kanalisation wird überlastet, wenn der zugrundegelegte Bemessungsregen überschritten wird. Die dafür zugelassene Häufigkeit n variiert zwischen n = 0,2/Jahr bzw. einmal in 5 Jahren für wichtige Zentren und 1,0/Jahr für allgemeine Bebauungsgebiete. Der Regen ist also so stark anzusetzen, dass er statistisch nur n-mal in einem definierten Zeitraum überschritten wird. Nach ATV A 118 wird für Gebiete der Einfamilienhausbebauung n = 0,5 und für die Mehrfamilienhausbebauungen n = 1,0 festgelegt.

Diese Festlegung der (Bemessungs-)Regendauer erfolgt nach Gefällesituation des Gebietes und Anteil der befestigten Flächen. Damit kann der Einfluss des schnellen Abflusses von befestigten Flächen bei kurzem Starkregen berücksichtigt werden. Mit Berücksichtigung der Unterschiede in den Gebietstypen werden nach Hosang/Bischof (1993) für die Einfamilienhausbebauung T = 15 min und für die Mehrfamilienhausbebauung T = 10 min angesetzt.

Mit dem von n und T abhängenden Zeitbeiwert φ , der Rechnung “$r_{T,n} = \varphi_{T,n} * r_{15,1}$“ und dem Zeitbeiwert „$\varphi_{10;\,0,5}$ = 1,64“ können die maßgebenden Berechnungsregenspenden festgelegt werden zu:

- $r_{15;1} = 130 \frac{l}{s * ha}$ für Einfamilienhausbebauung und
- $r_{10;0,5} = 213 \frac{l}{s * ha}$ für Mehrfamilienhausbebauung

Von der ermittelten anfallenden Regenmenge wird ein Teil in Mulden angestaut, ein Teil verdunstet und versickert, der Rest muss in der Kanalisation abgeführt werden. Dieser Anteil wird mit Hilfe der Oberflächen-Abflussbeiwerte Ψ ermittelt. In Anlehnung an Hosang/Bischof (1993) können den Bebauungsleittypen Abflussbeiwerte zugeordnet werden.

Tabelle 1.20 Mittlere Abflussbeiwerte für die Bebauungsleittypen

Strukturtyp nach Hosang/Bischof (1993)	Bebauungsleittyp	Ø Abflussbeiwert Ψ
1- u. 2- Familienhäuser, freistehend	EFB 1	0,35
1- u. 2- Familienhäuser, Doppelhäuser	EFB 2	0,4
Reihenhäuser	EFB 3	0,45
Verdichtete Blockstrukturen	MFB 1	0,7
Zeilenstrukturen	MFB 2	0,5
Geschosswohnungsbau (offen)	MFB 3	0,55
Aufgelockerte Blockstrukturen	MFB 4	0,6

Daten in Anlehnung an (Hosang/Bischof 1993)

Mit diesen Angaben zum mittleren Abflussbeiwert kann die über die Kanalisation abzuführende Niederschlagsmenge je nach Gebietstyp ermittelt werden: $Q_r = \Psi * r_{T,n} * A_E$.

wobei: Q_r [l/s] = Niederschlagsmenge; Ψ [-] = Abflussbeiwert;

$r_{T,n}$ [l/(s∗ha)] = Bemessungsregen; A_E [ha] = Einzugsgebiet

Mit Festsetzung der verlegten Kanalisationsart als Mischsystem oder Trennsystem kann die Ermittlung der Nennweiten erfolgen.

1.4.2.2 Dimensionierung Abwasserentsorgung

Als Netztyp wird ein Verästelungsnetz[15] unterstellt. Betrachtet werden die im Gebiet anfallenden Abwassermengen einschließlich Niederschlagswasser auf zuzuordnenden Verkehrserschließungsflächen. In der Datenbank zum Modell BASiS-2 wird zwischen zwei Entwässerungssystemen unterschieden. Beim Mischsystem wird das gesamte Abwasser in einem Rohrsystem entsorgt, beim Trennsystem erfolgt eine Ableitung von Regenwasser und Schmutzwasser in getrennten Leitungssystemen. Die Dimensionierung wurde für beide Systeme vorgenommen. Die Anteilmäßige Verteilung der Systeme in den Bebauungsleittypen erfolgt in Abschnitt 1.6.

Die Bemessung von Abwasserleitungen erfolgt für den Standardfall, d.h. es werden Haltungslängen unterstellt, bei denen unter normalen Gefälleverhältnissen für den Standardfall bemessen werden kann und hydraulische Gesichtspunkte nicht gesondert beachtet werden müssen.

Bei der Zuordnung von Kanaldurchmessern zur ermittelten Belastung sind durch die ATV allgemein empfohlene Mindestdurchmesser gegeben. ATV A 118 empfiehlt Mindestnennweiten von DN 250 für Schmutzwasserkanäle und DN 350 für Regen- und Mischwasserkanäle.

Eine Überprüfung theoretischer Schmutzwassermengen in den Bebauungsleittypen auf Grundlage der einwohnerbezogenen Bemessungsgrößen (EW/ha) und der

[15] Verästelungsnetze folgen einer „Baumstruktur“ in Abgrenzung von Ringnetzen („Maschenstruktur“).

angenommenen mittleren Schmutzwassermenge von 5 Liter je Sekunde und 1000 EW durch die Mitarbeiter der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen zeigt, dass eine Schmutzwassermenge, die eine Überschreitung der empfohlenen Mindestnennweiten erforderlich machen würde in den hier betrachteten Gebietsgrößenordnungen der Bebauungsleittypen nie auch nur annähernd erreicht wird. Damit wird für Schmutzwasserleitungen für alle Bebauungsleittypen pauschal die Mindestnennweite von DN 250 festgelegt.

Für die Misch- und Regenwasserkanäle wird aufgrund der geringen Differenz der Durchflussmengen keine unterschiedliche Bemessung vorgenommen. Entscheidend für die Bemessung dieser Kanäle ist ausschließlich die Regenwassermenge.

Für Einfamilienhausgebiete wird für die Kanalisation ein (umgekehrtes) Verästelungsnetz angesetzt. Die Planquadrate „übergeben" an einen gebietsinternen Nebensammler, der zu einem außerhalb des Gebietes liegenden Hauptsammler führt.

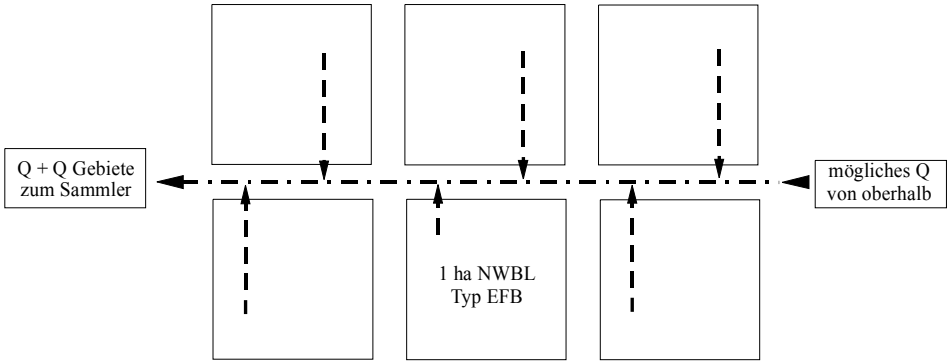


Abbildung 1.8 Planquadrat Einfamilienhausbebauung (Entwässerungsschema)[16]

Mit der Belastung aus der Ermittlung der anfallenden Regenwassermengen lassen sich für EFB-Gebiete erforderliche Durchmesser zwischen DN 250 und DN 350 errechnen. Da die ATV A 118 für Regen- und Mischwasserleitungen pauschal die Mindestnennweite von DN 350 empfiehlt, wird dieser Wert für die Datenbank von BASiS-2 übernommen. Zur Ermittlung der Durchmesser der MFB-Typen wird anders vorgegangen. Die je ha Gebietstyp ermittelte Straßenlänge wird entwässerungstechnisch als hintereinanderliegend betrachtet. Die ermittelte Mischwassermenge wird auf diese Länge aufgeteilt und so eine Belastung je Meter Straße ermittelt.

[16] (Albrecht 2001, Triebel 2001).

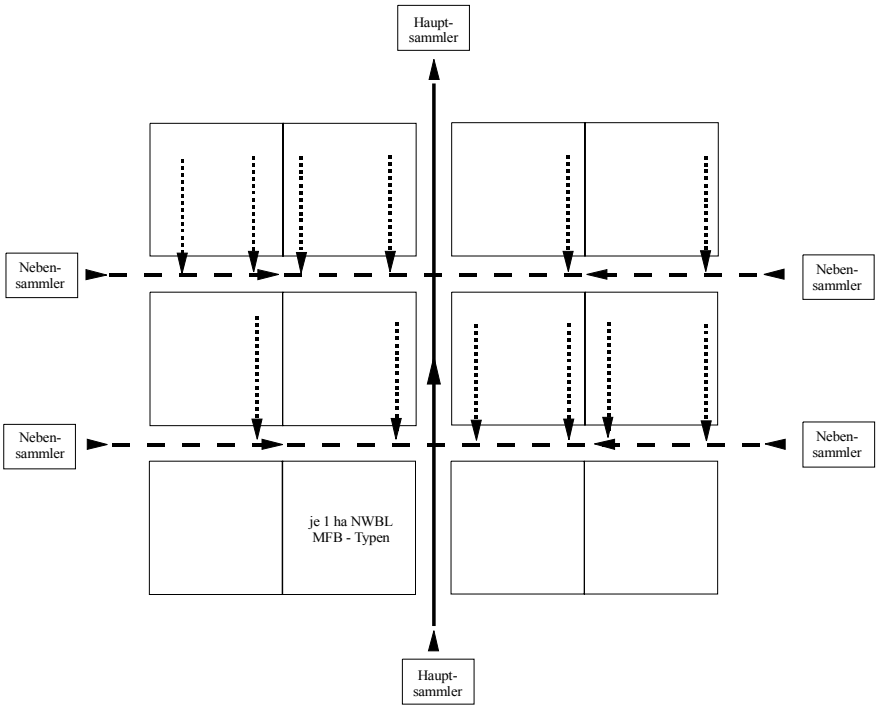


Abbildung 1.9 Planquadrat Mehrfamilienhausbebauung (Entwässerungsschema)[17]

Die für MFB-Gebiete ermittelten abzuführenden Regenwassermengen erfordern Nennweiten zwischen DN 300 bis DN 500. Vereinfacht wurde für Regen- und Mischwasserleitungen in MFB-Gebieten pauschal DN 500 in der Datenbank von BASiS-2 als Nennweite eingesetzt.[18]

1.4.2.3 Material Abwasserentsorgung

Steinzeugrohre haben sich als Abwasserkanäle bewährt. Große Vorteile des Steinzeugs sind seine hohe Abriebfestigkeit und die Beständigkeit sowohl gegen saure wie gegen alkalische Abwässer. Steinzeug wird als komplettes Rohr oder als Sohlschale bzw. Wandverkleidung z. B. von Betonkanälen eingesetzt.

Beton wird seit langem für Regenwasser- und Schmutzwasserkanäle eingesetzt. Für große Tiefenlagen und große Durchmesser werden auch Stahlbeton- oder Spannbetonrohre hergestellt. Der Regelfall ist das unbewehrte Betonrohr. Betonrohre sind billiger als Steinzeugrohre, aber wesentlich empfindlicher gegen chemische Einflüsse aus dem Abwasser. Nach Dammrath/Cord/Landwehr (1992) werden Betonleitungen von frischem häuslichem Abwasser nicht angegriffen und könnten somit auch als Schmutzwasserleitungen eingesetzt werden. Steinzeugrohren wird jedoch im

[17] Quellen vgl. Fußnote 16.

[18] Die tatsächliche Dimensionierung in der Praxis hängt von vielen verschiedenen Faktoren (u.a. Lage des Rohrabschnittes im Entwässerungsnetz etc.) ab. Daher wurde als konservativer Ansatz der obere Rand (DN 500) der ermittelten Bandbreite für die Datenbank von BASiS-2 angesetzt.

Allgemeinen der Vorzug gegeben, da sie aggressivem Abwasser (Gewerbe, Fäulnis im Kanal) besser Stand halten.

Die Vorteile von Kunststoff (leichte Verarbeitbarkeit und dauerhaft geringe Betriebsrauhigkeit bei ausreichender Festigkeit und geringem Gewicht) haben zu einem zunehmenden Einsatz von Kunststoffleitungen auch im Abwasserbereich geführt.

Tabelle 1.21 Dimensionierung und verwendetes Material der Abwasserrohre (Mischsystem) in Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden)

Abwasserentsorgung (Mischsystem)			
Bebauungsleittyp		Durchmesser	Material
EFB 1, 2 bis 1999	ABL	DN 350	Steinzeug, Beton
EFB 3 1969 bis 1978	ABL	DN 350	Steinzeug
MFB 1 bis 1918	ABL	DN 500	Steinzeug, Beton
MFB 2 1919 bis 1957	ABL	DN 500	Steinzeug, Beton
MFB 3 1958 bis 1978	ABL	DN 500	Steinzeug, Beton
MFB 4 1979 bis 1999	ABL	DN 500	Steinzeug, Beton
EFB 1 bis 1918	NBL	DN 350	Steinzeug
EFB 1 1919 bis 1999	NBL	DN 350	Steinzeug, Beton
EFB 2 1991 bis 1999	NBL	DN 350	Steinzeug, Beton
EFB 3 1991 bis 1999	NBL	DN 350	Steinzeug, Beton
MFB 1 bis 1918	NBL	DN 500	Steinzeug, Beton
MFB 2 1919 bis 1968	NBL	DN 500	Guss; GGL Stahl
MFB 3 1969 bis 1990	NBL	DN 500	Steinzeug, Beton
MFB 4 1991 bis 1999	NBL	DN 500	Steinzeug, Beton

Tabelle 1.22 Dimensionierung und verwendetes Material der Abwasserrohre (Trennsystem) in Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden)

Abwasserentsorgung (Trennsystem)					
		Schmutz-wasser-leitung	Regenwas serleitung	Material Schmutz-wasser	Material Regenwasser
EFB 1 bis 1978	ABL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton
EFB 3 1969 bis 1978	ABL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton
EFB 1,2 1979 bis 1999	ABL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton, PE
EFB 3 1979 bis 1999	ABL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton, PE
MFB 1 bis 1918	ABL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 2 1919 bis 1957	ABL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 3 1958 bis 1978	ABL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 4 1979 bis 1999	ABL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
EFB 1 bis 1918	NBL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton
EFB 1 1919 bis 1968	NBL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug
EFB 1, 2 ab 1969	NBL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton
EFB 3 1991 bis 1999	NBL	DN 250	DN 350	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 1 bis 1918	NBL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 2 1919 bis 1968	NBL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 3 1969 bis 1990	NBL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton
MFB 4 1991 bis 1999	NBL	DN 250	DN 500	Steinzeug	Steinzeug, Beton

Die prozentuale Verteilung in der Datenbank zum Stoffstrommodell BASiS-2 nach Mischsystem und Trennsystem sowie nach den aufgeführten Materialien für die Abwasserrohre innerhalb der Bebauungsleittypen ist in Abschnitt 1.6.2 dokumentiert. Die Daten basieren auf Expertenwissen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

1.4.3 Schichtenaufbau der Verkehrswege

Alle Ergebnisse dieses Abschnittes sind eigene Ableitungen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen im Rahmen des Projektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“.

Erschließungsstraßen von Wohngebieten sind in Abhängigkeit von der netzbedeutsamen Hauptfunktion Sammelstraßen, Anliegerstraßen, Anliegerwege und unabhängig vom Fahrverkehr geführte Fuß- und Radwege (Müller/Korda 1999). Dabei übernehmen Sammelstraßen eine übergeordnete verbindende Funktion zwischen der inneren Wohngebietserschließung und den hierarchisch übergeordneten Netzelementen. Im Rahmen dieser Studie werden daher Sammelstraßen der äußeren

Wohngebietserschließung zugeordnet und damit nicht betrachtet. Hauptelemente der inneren Verkehrserschließung und Gegenstand der Betrachtung für das Stoffstrommodell BASiS-2 sind die Anliegerstraßen.

Wichtige bauliche Festlegungen im modernen Straßenbau sind u.a. die Tragfähigkeit der Straßendecke, die von der voraussichtlichen Verkehrsbelastung abhängt, die Beschaffenheit des Untergrundes und die Neigung des Reliefs, auf dem die Straße gebaut werden soll. Verdichtete Schüttungen bilden zusammen mit dem Untergrund den Unterbau, das Fundament einer Straße. Der Straßenkörper untergeordneter Straßen wird in manchen Fällen auch direkt auf den – eventuell verbesserten – Untergrund aufgebaut. Zum Oberbau zählt man die Tragschichten der Fahrbahndecke und die Deckschichten. Die Frostschutzschicht zählt in dieser Definition bereits zu den Tragschichten.

Baustoffe für den Oberbau von Fahrbahnen und Gehwegen können u. a. Gesteinsmaterial (Pflaster, Platten), Bitumen (Asphalt, Gussasphalt, etc.), Zement (Beton, Kunststeinpflaster) und Kunststoffe (Epoxydharze) sein. Die Bezeichnung der Straßen bezieht sich auf ihre Deckschicht.

Hauptkriterium für die Bemessung des Straßenoberbaues ist die Belastung der Straße durch Fahrzeuge. Diese Belastung resultiert einerseits aus dem Druck, den das Fahrzeug mit seiner Reifenaufstandsfläche auf die Straße ausübt, sowie der Lastwechselzahl. Mit der Lastwechselzahl, der Anzahl Achslasten, die während einer bestimmten Zeit über die Straße rollen, soll die Ermüdung der Straßenbaustoffe durch dynamische Belastungen aus dem Verkehr berücksichtigt werden.

Wohngebiete weisen i.d.R. eine geringe Verkehrsbelastung auf. Deshalb sind weitere Gesichtspunkte maßgebend. Unabhängig von der rein zahlenmäßigen Verkehrsbelastung führt sowohl nach dem Vorschriftenwerk der ehem. DDR (TGL 21 900) als auch nach dem der Alten Länder (RStO) die Funktion oder Nutzung dieser Straßen zu einer Dimensionierung in Form der unmittelbaren Einordnung in verschiedene Bauklassen oder Belastungsklassen (Lastklassen). Die Einordnung erfolgt nach der täglichen Verkehrsbelastung durch den Schwerverkehr.

Infolge der Belastung der innergemeindlichen Nebennetzstraßen (Anliegerstraßen) mit Lieferverkehr, Entsorgungsverkehr, ÖPNV und Schleichverkehr wird sowohl den EFB–Typen als auch den MFB–Typen Lastklasse IV zugeordnet.

Aus diesen Angaben zur Lastklasse lässt sich eine Oberbaudimensionierung ableiten. Für das Bundesland Baden-Württemberg ist eine Deckschichtverteilung über den Zeitraum von 1960 bis 1975 enthalten, aus der sich auch eine Entwicklungstendenz der Materialentwicklung ableiten lässt (Hettenbach 1991).

Diese Angaben beziehen sich auf den Rhein–Neckar–Kreis, können aber in ihrer Grundaussage auf das Gebiet der Alten Bundesländer übertragen werden. Den Hauptanteil am Gemeindestraßennetz haben Asphaltstraßen: Ende 1998 betrug ihr Anteil 89 % der Straßenfläche. Neu gebaut wurden ab 1989 nur Asphaltstraßen.

Damit ist bis auf wenige Ausnahmen in den Alten Bundesländern die Asphaltbauweise der Straßenoberbauten dominant. Pflaster- und Einfachbauweisen bleiben auf wenige, untergeordnete Verkehrsflächen sowie historische Zentren beschränkt.

Für den Bereich der Neuen Bundesländer konnte eine derart aussagekräftige und überregionale Zusammenfassung nicht ermittelt werden. Aufgrund der in der ehemaligen DDR sehr stark zentralisierten Wirtschaft mit massiver staatlicher Lenkung und Vereinheitlichung auch im Bauwesen können jedoch unter Vorbehalt und Beachtung regionaler Besonderheiten der Materialwahl aus einem Repräsentativbeispiel Schlüsse auf die Situation in den Neuen Bundesländern gezogen werden.

Dabei wird auf Dresden als Beispiel einer Großstadt mit Eingemeindung ländlicher Gebiete zurückgegriffen. Dresdens Straßendatenbank „STRAGIS“ lässt mit den darin enthaltenen Angaben sehr detaillierte Schlüsse auf die Verteilung der Oberbauarten zu. Abweichungen zu den Alten Bundesländern sind vor allem auf den Instandhaltungsstau zurückzuführen (hoher Anteil an alten Straßenbefestigungen). Eine weitere Besonderheit ist der Einsatz von Betonstraßen in Gebieten des komplexen Wohnungsbaus[19]. In der folgenden Tabelle sind die angenommenen Aufbauten von Fahrbahn und Gehweg in Bebauungsleittypen zusammengefasst:

Tabelle 1.23 Aufbau, Schichtdicke und Material von Fahrbahn und Gehweg in Bebauungsleittypen (eigene Annahmen Lehrstuhl für Stadtbauwesen, TU Dresden)

Verkehrserschließung			
Bebauungsleittyp		Fahrbahn (Schichtdicke/Material)	Gehweg (Schichtdicke/Material)
EFB 1 bis 1957	ABL	Makadam[20] 4-5 cm mit 1,5 bis 4 cm Oberflächenbehandlung auf Packlage 16 cm oder Schotter; Asphaltoberbau mit 4 cm Decke, 8 cm Tragschicht, 28 cm Kies oder Schotter	Makadam 3-4 cm auf 10-15 cm Unterbau; 10 cm bituminöse Decke auf 20 cm Frostschutzschicht
EFB 1 1958 bis 1978 EFB 2 und 3 1969 bis 1978	ABL	4 cm bituminöse Deckschicht und 8 cm bituminöse Tragschicht auf 28 cm Kies oder Schotter	8 cm biuminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht
EFB 1, 2, 3 1979 bis 1999	ABL	4 cm bituminöse Deckschicht und 8 cm bituminöse Tragschicht auf 28 cm Kies oder Schotter	8 cm biuminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht; 8 cm Betonpflaster in 3 cm Bettung auf 19 cm Kies- oder Schottertragschicht

[19] Bezeichnung aus der ehemaligen DDR für Großwohnsiedlungen in Plattenbauweise

[20] Gewalzter Kies mit bituminöser Oberflächenbehandlung (historischer Straßenbelag).

MFB 1 bis 1918	ABL	Makadam 4-5 cm auf 20-25 cm Packlage mit Schotter; 3 cm Oberflächenbehandlung	Betonplatten oder Natursteinplatten in 3 cm Sand auf ca. 10 cm Unterbettung; 8 cm biuminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht
MFB 2 1919 bis 1957	ABL	4 cm bituminöse Deckschicht auf 10 cm Tragschicht und 36 cm kombin. Frostschutz – Tragschicht; Makadam 4-5 cm auf 20-25 cm Packlage mit Schotter; 3 cm Oberflächenbehandlung	Betonplatten oder Natursteinplatten in 3 cm Sand auf ca. 10 cm Unterbettung; 8 cm bituminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht
MFB 3 1958 bis 1978	ABL	4 cm bituminöse Deckschicht auf 10 cm Tragschicht und 36 cm kombin. Frostschutz-Tragschicht	8 cm bituminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht
MFB 4 1979 bis 1999	ABL	4 cm bituminöse Deckschicht auf 10 cm Tragschicht und 36 cm kombin. Frostschutz-Tragschicht	8 cm bituminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht; 8 cm Betonpflaster in 3 cm Bettung auf 19 cm Kies- oder Schottertragschicht
EFB 1 bis 1918	NBL	Makadam 4-5 cm evtl. mit 1,5-4 cm Oberflächenbehandlung auf Packlage 16 cm oder Schotter	Makadam 3-4 cm auf 10-15 cm Unterbau
EFB 1 1919 bis 1968	NBL	Makadam 4-5 cm evtl. mit 1,5-4 cm Oberflächenbehandlung auf Packlage 16 cm oder Schotter; 5 cm bituminöse Deckschicht auf 15 cm Schotter und 21 cm Kiessand	Makadam 3-4 cm auf 10-15 cm Unterbau
EFB 1 1969 bis 1990	NBL	Makadam 4-5 cm evtl. mit 1,5-4 cm Oberflächenbehandlung auf Packlage 16 cm oder Schotter; 5 cm bituminöse Deckschicht auf 15 cm Schotter und 21 cm Kiessand	Asphalt 5 cm auf 10-15 cm Unterbau; 5 cm Gehwegplatten in 4 cm Magermörtelbett auf 10 cm Kiessandtragschicht
EFB 1, 2, 3 1991 bis 1999	NBL	4 cm bituminöse Deckschicht und 8 cm bituminöse Tragschicht auf 28 cm Kies oder Schotter	8 cm bituminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht; 8 cm Betonpflaster in 3 cm Bettung auf 19 cm Kies- oder Schottertragschicht

MFB 1 bis 1918	NBL	Makadam 4-5 cm mit 1,5-4 cm Oberflächenbehandlung auf 20-25 cm Packlage mit Schotter; Kleinpflaster 9-11 cm in 4 cm Sand oder Großpflaster in 6-7 cm Sand auf Packlage 20–25 cm mit Schotter, die Pflaster-decken oft mit 1,5-4 cm bituminöser Oberflächenbehandlung	Betonplatten oder Natursteinplatten in 3 cm Sand auf ca. 10 cm Unterbettung; Granitplatten 15-20 cm in Sand direkt auf den Untergrund
MFB 2 1919 bis 1968	NBL	Makadam 4-5 cm mit 1,5-4 cm Oberflächenbehandlung auf 20-25 cm Packlage mit Schotter; 5 cm bituminöse Verschleiß-schicht auf 25 cm Schotter und 21 cm untere Tragschicht	Betonplatten oder Natursteinplatten in 3 cm Sand auf ca. 10 cm Unterbettung; 3-4 cm Makadam auf 10-15 cm Unterbau
MFB 3 1969 bis 1990	NBL	5 cm bituminöse Verschleiß-schicht auf 19 cm zement-gebundene Tragschicht und 21 cm Kiessandtragschicht; 19 cm Zementbeton auf 20 cm Kiessandtragschicht	5 cm Gehwegplatten in 4 cm Mörtelbett und 10 cm Kiessandtragschicht, Gehwegplatten 10 cm in 10 cm Kiessandbett
MFB 4 1991 bis 1999	NBL	4 cm bituminöse Deckschicht, 10 cm Tragschicht und 36 cm kombinierte Frostschutz-Tragschicht	8 cm bituminöse Decke auf 22 cm Kies- oder Schottertragschicht; 8 cm Betonpflaster in 3 cm Bettung auf 19 cm Kies- oder Schottertragschicht

Die Festlegung und prozentuale Verteilung der Materialien für die Verkehrs-erschließungsflächen innerhalb der Bebauungsleittypen in der Datenbank zum Stoffstrommodell BASiS-2 ist in den Abschnitten 1.6.1 und 1.6.2 dokumentiert. Die Daten basieren auf weiteren Auswertungen statistischer Datenquellen und Experten-wissen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

1.5 Infrastruktur-Bauelemente

In den nachfolgenden Unterkapiteln sind technische Detailinformationen für die Infrastruktur-Bauelemente aufgeführt, die in die Datenbank des Stoffstrommodells BASiS-2 implementiert wurden. Alle Details basieren auf technischem Experten-wissen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden, welches für das Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ genutzt wurde. Zum besseren Verständnis der Detailinformationen sind die verwendeten Abkürzungen in der folgenden Übersicht erläutert.

Straße

FSS	Frostschutzschicht
DS	Deckschicht
TS	Tragschicht
BS	Bindeschicht

Rohrleitungen

NB/EE	Neueinbau/Ersatzerneuerung
Vol.Mat.	Materialvolumen des Medienrohres je laufenden Meter
InnenBS.	Material Innenbeschichtung
Vol.IBS	Materialvolumen der Innenbeschichtung je laufenden Meter
Vol.Iso	Materialvolumen der Isolierung bzw. Dämmung je laufenden Meter
Vol.MR	Materialvolumen des äußeren Schutzrohres je laufenden Meter
A.Höhe	Höhe des Auflagers
Volumen A	Materialvolumen des Auflagers je laufenden Meter
Höhe LZ	Höhe Leitungszone
Volumen LZ	Materialvolumen der Leitungszone je laufenden Meter
Grabent.	Grabentiefe
Grabenb.	Grabenbreite

1.5.1 Straße (Fahrbahn)[21]

Lastklasse	Bezeichnung (Elementnummer 2)				Ø Lebensdauer
IV	*Betonstraße auf Frostschutzschicht*				20 (DS)-50 (TS)
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Betondeckschicht		FSS (weitgestuft)			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
BetonDS	20 cm	-	0 cm	-	0 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	FSS-Material (Kies/ Schotter)			50 cm

[21] Die Daten sind eigene Zusammenstellungen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

Lastklasse	Bezeichnung (Elementnummer 5)				Ø Lebensdauer
IV	*Bitumenstraße mit Kies- oder Schottertragschicht auf Frostschutzschicht*				15 (DS)-50 (TS)
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Bituminöse Deckschicht		Bituminöse TS und Schotter oder Kies TS auf FSS			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
BitumenDS	4 cm	-	0 cm	BitumenTS	10 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
Schotter/ Kies	25 cm	FSS-Material (Kies/ Schotter)			41 cm

Lastklasse	Bezeichnung (Elementnummer 10)				Ø Lebensdauer
IV	*Pflasterstraße mit Kies- oder Schottertragschicht auf Frostschutzschicht*				35 (DS)-45 (TS)
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Pflasterdeckschicht		Schotter oder Kies TS auf FSS			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
Straßenpflaster	8 cm	Verlegesand	3 cm	Schotter/ Kies	25 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	FSS-Material (Kies/ Schotter)			39 cm

Lastklasse	Bezeichnung (Elementnummer 12)				Ø Lebensdauer
IV	*unbefestigte Straße*				5 (DS)-30 (TS)
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
unbefestigte Decke		unsortiertes Gestein (verdichtbar) Planum			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
Splitt/ Kies	15 cm	Schotter/ Kies	59 cm	-	0 cm

1.5.2 Straße (Fuß-Radweg)[22]

Bezeichnung (Elementnummer 1)					Ø Lebensdauer
Bitumenfußweg auf Frostschutzschicht					60
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Bituminöse Deckschicht		Schotter auf Kies TS			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
BitumenDS	10 cm	-	0 cm	-	0 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	-			40 cm

[22] Die Daten sind eigene Zusammenstellungen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

Bezeichnung (Elementnummer 5)					Ø Lebensdauer
Betonfußweg					55
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Betondeckschicht		FSS			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
BetonDS	12 cm	-	0 cm	-	0 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	-			38 cm

Bezeichnung (Elementnummer 6)					Ø Lebensdauer
Pflasterfußweg auf Frostschutzschicht					55
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Pflasterdeckschicht		FSS			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
Straßenpflaster	8 cm	Verlegesand	3 cm	-	0 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	-			39cm

Bezeichnung (Elementnummer 11)					Ø Lebensdauer
Plattenfußweg mit Schotter- oder Kiestragschicht auf Frostschutzschicht					55
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Plattenbelag		Schotter oder Kies TS auf FSS			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
Plattenbelag	6 cm	Verlegesand	3 cm	Schotter / Kies	15 cm
2.TS	2.TS-Dicke	FSS (1.TS)			FSS-Dicke
-	0 cm	Schotter / Kies			26 cm

Bezeichnung (Elementnummer 14)					Ø Lebensdauer
unbefestigter Fußweg mit Schotter- oder Kiestragschicht auf Planum (anstehendes Erdreich)					25
Deckschichttyp		Tragschichttyp			
Decke ohne Bindemittel		Schotter oder Kies TS auf Planum			
DS	DS-Dicke	BS	BS-Dicke	3.TS	3.TS-Dicke
Splittsand (0/11) Kiessand/(0/16)	3 cm	Schotter/ Kies	12 cm	-	0 cm

1.5.3 Trinkwasserversorgung[23]

Bezeichnung (Elementnummer 1)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Stahlrohr 100			100	NB/EE		75
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
100,80 mm		108,00 mm		Stahl	3,60 mm	0,0012 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	111 mm	0,06 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	408 mm	508 mm	0,14 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 2)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Stahlrohr 150			150	NB/EE		75
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
150,00 mm		159,00 mm		Stahl	4,50 mm	0,0022 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	116 mm	0,06 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	459 mm	559 mm	0,17 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 3)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Stahlrohr 200			200	NB/EE		75
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
209,10 mm		219,00 mm		Stahl	4,95 mm	0,0033 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	122 mm	0,08 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	519 mm	619 mm	0,21 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

[23] Die Daten sind eigene Zusammenstellungen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

Bezeichnung (Elementnummer 4)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
ausgekleidetes Duktilgussrohr 100			100	NB/EE		110
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
100,00 mm		188,00 mm		Duktilguss	6,00 mm	0,0021 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
Zementmörtel	3,00 mm	0,0010 m^3/m	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	112 mm	0,06 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	412 mm	512 mm	0,14 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 5)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
ausgekleidetes Duktilgussrohr 150			150	NB/EE		110
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
152,00 mm		170,00 mm		Duktilguss	6,00 mm	0,0031 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
Zementmörtel	3,00 mm	0,0015 m^3/m	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	117 mm	0,07 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	464 mm	564 mm	0,17 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^2/m

Bezeichnung (Elementnummer 6)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
ausgekleidetes Duktilgussrohr 200			200	NB/EE		110
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
204,00 mm		222,00 mm		Duktilguss	6,00 mm	0,0041 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
Zementmörtel	3,00 mm	0,0020 m^3/m	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	122 mm	0,08 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	516 mm	616 mm	0,21 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 7)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Duktilgussrohr 100			100	NB/EE		100
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
105,80 mm		118,00 mm		Duktilguss	6,10 mm	0,0021 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	112 mm	0,06 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	418 mm	518 mm	0,15 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 8)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Duktilgussrohr 150			150	NB/EE		100
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
157,00 mm		170,00 mm		Duktilguss	6,50 mm	0,0033 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	117 mm	0,07 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	470 mm	570 mm	0,18 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 9)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Duktilgussrohr 200			200	NB/EE		100
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
208,00 mm		222,00 mm		Duktilguss	7,00 mm	0,0047 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	122 mm	0,08 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	522 mm	622 mm	0,21 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 10)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Kunststoffrohr 100			100	NB/EE		80
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
102,20 mm		125,00 mm		PE / PVC	11,40 mm	0,0041 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	113 mm	0,06 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	425 mm	525 mm	0,15 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 11)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Kunststoffohr 150			150	NB/EE		70
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
144,60 mm		160,00 mm		PE / PVC	7,70 mm	0,0037 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	116 mm	0,06 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	460 mm	560 mm	0,17 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 12)			DN	Einbauart		Ø Lebensdauer
Kunststoffohr 200			200	NB/EE		70
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
203,40 mm		225,00 mm		PE / PVC	10,80 mm	0,0073 m^3/m
InnenBS	Wandstärke	Vol.IBS	Isolierung	Wandstärke	Vol.Iso	
-	-	-	-	-	-	
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	Sand	123 mm	0,08 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	525 mm	625 mm	0,21 m^3/m	Aushub	0,80 m	0,21 m^3/m

1.5.4 Abwasserentsorgung[24]

Anmerkung: Die im Abschnitt 1.4.2 beschriebenen Nenndurchmesser der Rohrleitungen (DN) werden in den nachfolgenden Datenblättern durch den größeren Wert in der Bezeichnung (z.B. Steinzeugrohr 200-250 entspricht DN 250) identifiziert.

Bezeichnung (Elementnummer 1)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Steinzeugrohr 200-250			200/250	NB/EE		120
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
250,00 mm		296,00 mm		Steinzeug	23,00 mm	0,0233 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	130 mm	0,10 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	646 mm	746 mm	0,29 m^3/m	Boden	2,00 m	1,10 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 2)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Steinzeugrohr 300-350			300/350	NB/EE		120
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
350,00 mm		404,00 mm		Steinzeug	27,00 mm	0,0362 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	140 mm	0,12 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	754 mm	854 mm	0,36 m^3/m	Boden	2,50 m	1,65 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 3)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Steinzeugrohr 450-500			450/500	NB/EE		120
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
500,00 mm		581,00 mm		Steinzeug	40,50 mm	0,0688 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	158 mm	0,16 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	881 mm	981 mm	0,44 m^3/m	Boden	2,50 m	1,85 m^3/m

[24] Die Daten sind eigene Zusammenstellungen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden.

Bezeichnung (Elementnummer 4)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Betonrohr 200-250			200/250	NB/EE		90
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
250,00 mm		310,00 mm		Beton	30,00 mm	0,0264 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	131 mm	0,09 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	610 mm	710 mm	0,26 m^3/m	Boden	2,50 m	1,42 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 5)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Betonrohr 300-350			300/350	NB/EE		90
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
350,00 mm		435,00 mm		Beton	42,50 mm	0,0524 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	144 mm	0,12 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	735 mm	835 mm	0,35 m^3/m	Boden	2,50 m	1,62 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 6)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Betonrohr 450-500			450/500	NB/EE		90
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
500,00 mm		600,00 mm		Beton	50,00 mm	0,0864 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	160 mm	0,16 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	900 mm	1000 mm	0,46 m^3/m	Boden	2,50 m	1,88 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 11)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Kunststoffrohr 300-350			300/350	NB/EE		75
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
369,20 mm		400,00 mm		PE/PVC	15,40 mm	0,0186 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	140 mm	0,11 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	700 mm	800 mm	0,32 m^3/m	Boden	2,50 m	1,57 m^3/m

Bezeichnung (Elementnummer 12)			DN	Einbauart		⌀ Lebensdauer
Kunststoffrohr 450-500			450/500	NB/EE		75
Innendurchmesser d_i		Außendurchmesser d_a		Material	Wandstärke	Vol.Mat.
516,80 mm		560,00 mm		PE/PVC	21,60 mm	0,0365 m^3/m
Mantelrohr	Wandstärke	Vol.MR	Auflager	Ø A.Höhe	Volumen A	
-	-	-	-	156 mm	0,15 m^3/m	
Bettung	Ø Höhe LZ	Ø Grabenb.	Volumen LZ	Verfüllung	Ø Grabent.	Volumen V.
Sand	860 mm	960 mm	0,43 m^3/m	Boden	2,50 m	1,82 m^3/m

1.6 Bebauungsleittypenspezifische Beschreibung der Infrastrukturausstattung

Die Zuordnung der Infrastruktur-Bauelemente zu den Bebauungsleittypen erfolgte auf Grundlage der vorab und im Endbericht (Abschnitt 3.2) dokumentierten Grundlagen und Quellen, differenziert nach ABL/NBL. Verfügbare statistische Daten (u. a. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977; Straßendatenbank STRAGIS) erlauben eine raumtypenbezogene Differenzierung des Infrastruktur-Bauelementemixes innerhalb der Bebauungsleittypen. Ausgehend von der Verteilung der Verkehrsflächenanteile auf die Bebauungsleittypen **(**Tabelle 1.24**)** und der Verteilung von Deckschichten in den Raumtypen **(**Tabelle 1.25**)**, die in Anlehnung an Daten des Statistisches Landesamt Baden-Württemberg vorgenommen wurde[25], wurden von den Mitarbeitern des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden Annahmen zur Infrastruktur-Bauelementeverteilung in den Bebauungsleittypen differenziert nach Raumtypen getroffen. Dies erfolgte entlang einer zuvor festgelegten (vgl. Abschnitt 1.6.1) Abfolge von Schritten. Alle Datensätze in Abschnitt 1.6.1 und 1.6.2 sind eigene Ableitungen des Lehrstuhls für Stadtbauwesen der TU Dresden im Rahmen des Projektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“.

[25] Für die NBL wurden die Annahmen unter Hinzuziehung der Deckschichtverteilung aus STRAGIS getroffen.

1.6.1 Grundlagen der Ermittlung des Infrastruktur-Bauelementemix der Bebauungsleittypen

Tabelle 1.24 Verteilung der Verkehrsflächenanteile auf die Bebauungsleittypen ABL (eigene Berechnungen gestützt auf Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977 (IÖR/TU Dresden))

Raumtyp	EFB 1	EFB 2	EFB 3	MFB 1	MFB 2	MFB 3	MFB 4	Summe
	Verkehrsflächenanteile an der Gesamtverkehrsfläche (%)							
I	36,4 %	0,0 %	8,7 %	10,5 %	18,1 %	21,5 %	4,7 %	100,0 %
II	60,9 %	24,9 %	0,0 %	1,6 %	2,3 %	7,4 %	2,8 %	100,0 %
III	90,6 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	1,9 %	5,0 %	1,6 %	100,0 %
Summe	62,6 %	18,5 %	1,0 %	2,5 %	4,0 %	8,6 %	2,8 %	100,0 %

Tabelle 1.25 Anteil der Deckschichten (Fahrbahn sowie Fuß-Radweg) im Bestand differenziert nach Raumtypen ABL (eigene Berechnungen, gestützt auf Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 1977 (TU Dresden))

Raumtyp	unbefestigt	bituminös	gepflastert	betoniert	Sonstiges
I	3,46 %	93,00 %	3,85 %	0,06 %	0,05 %
II	3,73 %	95,20 %	0,93 %	0,04 %	0,10 %
III	7,96 %	91,30 %	0,49 %	0,04 %	0,21 %

Über eine Beziehungsmatrix (Tabelle 1.26) wurden aus den Daten der beiden vorangestellten Tabellen die Anteile schrittweise für jeden Raumtyp getrennt nach ABL/ NBL ermittelt.

Tabelle 1.26 Beziehungsmatrix für Raumtyp I – ABL (Beispiel)

Raumtyp I ABL		unbefestigt	Bituminös	gepflastert	Betoniert	Sonstiges
		3,46 %[26]	93,00 %	3,85 %	0,06 %	0,05 %
EFB 1	36,4 %[27]					
EFB 2	0,0 %					
EFB 3	8,7 %					
MFB 1	10,5 %					
MFB 2	18,1 %					
MFB 3	21,5 %					
MFB 4	4,7 %					

[26] Gesamtwert für den Deckschichttyp unbefestigt (Spaltengesamtwert)

[27] Gesamtwert für den Bebauungsleittyp EFB I (Zeilengesamtwert)

Dazu wurden die nachfolgend getroffenen Annahmen entsprechend der Reihenfolge in die Matrixzellen eingesetzt unter folgenden Maßgaben: Die Summe der Prozente der eingesetzten Verteilungen sowohl in den Spalten als auch in den Zeilen darf die Gesamtwerte für Deckschichttyp und Bebauungsleittyp nicht überschreiten. Aus dem Verhältnis von Zellenwert zum Gesamtwert der Zeile ergibt sich die prozentuale Verteilung des Deckschichttyps innerhalb des Bebauungsleittyps. Durch das schrittweise Einarbeiten des Annahmengerüstes werden die Felder der Matrix gefüllt und die entsprechenden Verteilungen innerhalb eines raumtypenspezifischen Bebauungsleittyps (z.B. EFB 1-RT I) berechnet.

Für die Verkehrsinfrastruktur Fahrbahn sowie Fuß-/Radweg werden folgende Annahmen getroffen:

1. Alle sonstigen Straßenaufbauten[28] liegen in EFB1.
2. Alle Betonaufbauten liegen in MFB3, der Anteil darf aber 75 % im Bebauungsleittyp nicht übersteigen. Ist dies der Fall, werden die weiteren Betonstraßen MFB2 zugeschlagen.
3. Der restliche Anteil MFB3 ist bituminöser Straßenaufbau.
4. Pflasteraufbau wird MFB1 zugeschlagen, jedoch nur bis zu einem Anteil von 75 % im Bebauungsleittyp. Die verbleibende Pflasterfläche wird zu 75 % EFB1, zu 25 % MFB2 zugerechnet.
5. Unbefestigte Straße wird EFB1 zugeschlagen.

Da die Datenlage im Bereich der leitungsgebundenen Infrastruktur weit weniger differenziert ausfällt, ist auch die Verteilung wesentlich weniger gegliedert. Folgende Annahmen liegen zugrunde:

Die Angaben zu den spezifischen Längen beziehen sich auf Vollversorgung (100 %) des Gebiets. Bei den Infrastrukturtypen Fahrbahn, Fußweg und Trinkwasser wird dies in allen Datenblättern unterstellt.

Über die Anteile der Entwässerungssysteme der Abwasserentsorgung liegen Angaben differenziert nach Norddeutschland, Süd-/Westdeutschland und Ostdeutschland vor (Tabelle 1.27).

Tabelle 1.27 Anteile unterschiedlicher Entwässerungssysteme an der Abwasserentsorgung (Schmitz 2001)

Region	Trennsystem	Mischsystem
Norddeutschland	75 %	25 %
West- und Süddeutschland	15 %	85 %
Ostdeutschland	45 %	55 %

[28] Die Straßenaufbauten werden in der Praxis vereinfacht nach den Deckschichten benannt.

In Ermangelung weiterer Angaben werden die Anteile in den Alten Bundesländern als Mittelwert aus Nord-/Süd-/Westdeutschland angenommen. Diese entsprechen damit den für Ostdeutschland angegebenen Anteilen. Eine weitere Differenzierung nach Bebauungsleittypen und Raumtypen unterbleibt aufgrund fehlender Daten. Die Anteile Mischsystem/Trennsystem werden somit in der Datenbank zum Modell BASiS-2 über die gesamte Wohnbebauung konstant gehalten und mit 45 % Trennsystem und 55 % Mischsystem angenommen.

1.6.2 Infrastruktur-Bauelemente für Bebauungsleittypen und Haustypen des Neubaus – Datensätze

Die Buchstaben A, B; C usw. in den Kopfzeilen der folgenden Datentabellen dienen lediglich zur besseren Orientierung (hinsichtlich der angegeben Prozentverteilungen) in den Spalten. Die Elementnummern selbst (vgl. hierzu Kapitel 1.5) stehen jeweils in den Spalten unter den Buchstaben. Erläuterungen zu den Bezeichnungen der Bebauungsleittypen und Haustypen des Neubaus finden sich im Glossar im Kapitel 6.10 des Anhangbandes.

	GFD	VEF/GF	Strassen											
			Spez. Netzlänge	Breite	Lastklasse	Elementenummer				Elementeanteil			
						A	B	C	D	A	B	C	D
EFB 1 / RT I - ABL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	5,00 m	IV	12	5	10	2	10 %	90 %	0 %	0 %
EFB 1 / RT II - ABL	**0,20**	1,00	0,095 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	6 %	94 %	0 %	0 %
EFB 1 / RT III - ABL	**0,15**	1,05	0,111 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	9 %	91 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT I - ABL	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT II - ABL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT III - ABL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT I - ABL	**0,70**	0,45	0,043 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT II - ABL	**0,50**	0,50	0,043 m/m²	6,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT III - ABL	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 1 / RT I - ABL	**2,50**	0,30	0,024 m/m²	7,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	63 %	37 %	0 %
MFB 1 / RT II - ABL	**1,70**	0,30	0,024 m/m²	7,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	43 %	57 %	0 %
MFB 1 / RT III - ABL	**1,20**	0,30	0,024 m/m²	7,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	46 %	54 %	0 %
MFB 2 / RT I - ABL	**1,30**	0,30	0,019 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 2 / RT II - ABL	**1,10**	0,30	0,019 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 2 / RT III - ABL	**0,60**	0,50	0,034 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 3 / RT I - ABL	**1,50**	0,30	0,021 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 3 / RT II - ABL	**1,20**	0,30	0,019 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	99 %	0 %	1 %
MFB 3 / RT III - ABL	**0,80**	0,40	0,028 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	99 %	0 %	1 %
MFB 4 / RT I - ABL	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT II - ABL	**0,70**	0,45	0,030 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT III - ABL	**0,50**	0,50	0,036 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Strassen											
			Spez. Netzlänge	Breite	Lastklasse	Elementenummer				Elementeanteil			
						A	B	C	D	A	B	C	D
EFB 1 / RT I - NBL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	5,00 m	IV	12	5	10	2	16 %	84 %	0 %	0 %
EFB 1 / RT II - NBL	**0,20**	1,00	0,095 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	6 %	83 %	11 %	0 %
EFB 1 / RT III - NBL	**0,15**	1,05	0,111 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	14 %	75 %	11 %	0 %
EFB 2 / RT I - NBL	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT II - NBL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT III - NBL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT I - NBL	**0,70**	0,45	0,043 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT II - NBL	**0,50**	0,50	0,043 m/m²	6,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT III - NBL	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 1 / RT I - NBL	**2,50**	0,30	0,024 m/m²	7,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	31 %	69 %	0 %
MFB 1 / RT II - NBL	**1,70**	0,30	0,024 m/m²	7,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	25 %	75 %	0 %
MFB 1 / RT III - NBL	**1,20**	0,30	0,024 m/m²	7,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	25 %	75 %	0 %
MFB 2 / RT I - NBL	**1,30**	0,30	0,019 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 2 / RT II - NBL	**1,10**	0,30	0,019 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	64 %	36 %	0 %
MFB 2 / RT III - NBL	**0,60**	0,50	0,034 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	75 %	25 %	0 %
MFB 3 / RT I - NBL	**1,50**	0,30	0,021 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	77 %	0 %	23 %
MFB 3 / RT II - NBL	**1,20**	0,30	0,019 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	26 %	0 %	74 %
MFB 3 / RT III - NBL	**0,80**	0,40	0,028 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	79 %	0 %	21 %
MFB 4 / RT I - NBL	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT II - NBL	**0,70**	0,45	0,030 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT III - NBL	**0,50**	0,50	0,036 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Strassen											
			Spez. Netzlänge	Breite	Lastklasse	Elementenummer				Elementeanteil			
						A	B	C	D	A	B	C	D
EFH RT I	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	5,00 m	IV	12	5	10	2	10 %	90 %	0 %	0 %
EFH RT II	**0,30**	0,70	0,067 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	6 %	94 %	0 %	0 %
EFH RT III	**0,15**	1,05	0,111 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	9 %	91 %	0 %	0 %
DHH RT I	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
DHH RT II	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
DHH RT III	**0,20**	1,00	0,100 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
2-FH RT I	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	5,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
2-FH RT II	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
2-FH RT III	**0,20**	1,00	0,100 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
RHH RT I	**0,80**	0,40	0,038 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
RHH RT II	**0,60**	0,50	0,043 m/m²	6,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
RHH RT III	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	6,00 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 3-6 RT I	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 3-6 RT II	**1,00**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 3-6 RT III	**0,50**	0,50	0,036 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 7-12 RT I	**2,00**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 7-12 RT II	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 7-12 RT III	**0,80**	0,40	0,029 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 13+x RT I	**2,00**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 13+x RT II	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	10,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 13+x RT III	**0,80**	0,40	0,029 m/m²	9,50 m	IV	12	5	10	2	0 %	100 %	0 %	0 %

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Fußwege											
			Spez. Netzlänge	Breite	Elementenummer					Elementeanteil				
					A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
EFB 1 / RT I - ABL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	40 %	23 %	23 %	0 %	14 %
EFB 1 / RT II - ABL	**0,20**	1,00	0,095 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	26 %	31 %	31 %	0 %	12 %
EFB 1 / RT III - ABL	**0,15**	1,05	0,111 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	20 %	32 %	43 %	0 %	5 %
EFB 2 / RT I - ABL	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT II - ABL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT III - ABL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT I - ABL	**0,70**	0,45	0,043 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT II - ABL	**0,50**	0,50	0,043 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT III - ABL	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
MFB 1 / RT I - ABL	**2,50**	0,30	0,024 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	25 %	0 %	75 %
MFB 1 / RT II - ABL	**1,70**	0,30	0,024 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	25 %	0 %	75 %
MFB 1 / RT III - ABL	**1,20**	0,30	0,024 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	25 %	0 %	75 %
MFB 2 / RT I - ABL	**1,30**	0,30	0,019 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	4 %	86 %	0 %	10 %
MFB 2 / RT II - ABL	**1,10**	0,30	0,019 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	1 %	0 %	99 %
MFB 2 / RT III - ABL	**0,60**	0,50	0,034 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	61 %	0 %	39 %
MFB 3 / RT I - ABL	**1,50**	0,30	0,021 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	75 %	11 %	14 %	0 %
MFB 3 / RT II - ABL	**1,20**	0,30	0,019 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	58 %	0 %	42 %	0 %
MFB 3 / RT III - ABL	**0,80**	0,40	0,028 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	57 %	0 %	43 %	0 %
MFB 4 / RT I - ABL	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT II - ABL	**0,70**	0,45	0,030 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT III - ABL	**0,50**	0,50	0,036 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Fußwege											
			Spez. Netzlänge	Breite	Elementenummer					Elementeanteil				
					A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
EFB 1 / RT I - NBL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	78 %	11 %	11 %	0 %	0 %
EFB 1 / RT II - NBL	**0,20**	1,00	0,095 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	28 %	31 %	31 %	0 %	10 %
EFB 1 / RT III - NBL	**0,15**	1,05	0,111 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	31 %	33 %	33 %	0 %	3 %
EFB 2 / RT I - NBL	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT II - NBL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 2 / RT III - NBL	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT I - NBL	**0,70**	0,45	0,043 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT II - NBL	**0,50**	0,50	0,043 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
EFB 3 / RT III - NBL	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
MFB 1 / RT I - NBL	**2,50**	0,30	0,024 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	27 %	0 %	73 %
MFB 1 / RT II - NBL	**1,70**	0,30	0,024 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	25 %	0 %	75 %
MFB 1 / RT III - NBL	**1,20**	0,30	0,024 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	25 %	0 %	75 %
MFB 2 / RT I - NBL	**1,30**	0,30	0,019 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
MFB 2 / RT II - NBL	**1,10**	0,30	0,019 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	48 %	12 %	14 %	26 %
MFB 2 / RT III - NBL	**0,60**	0,50	0,034 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	13 %	79 %	0 %	8 %
MFB 3 / RT I - NBL	**1,50**	0,30	0,021 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	67 %	0 %	33 %	0 %
MFB 3 / RT II - NBL	**1,20**	0,30	0,019 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	25 %	0 %	75 %	0 %
MFB 3 / RT III - NBL	**0,80**	0,40	0,028 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	64 %	0 %	36 %	0 %
MFB 4 / RT I - NBL	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	12 %	88 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT II - NBL	**0,70**	0,45	0,030 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
MFB 4 / RT III - NBL	**0,50**	0,50	0,036 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Fußwege											
			Spez. Netzlänge	Breite	Elementenummer					Elementeanteil				
					A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
EFH RT I	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	40 %	23 %	23 %	0 %	14 %
EFH RT II	**0,30**	0,70	0,067 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	26 %	31 %	31 %	0 %	12 %
EFH RT III	**0,15**	1,05	0,111 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	20 %	32 %	43 %	0 %	5 %
DHH RT I	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
DHH RT II	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
DHH RT III	**0,20**	1,00	0,100 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
2-FH RT I	**0,50**	0,50	0,053 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
2-FH RT II	**0,30**	0,70	0,070 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
2-FH RT III	**0,20**	1,00	0,100 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	29 %	71 %	0 %	0 %
RHH RT I	**0,80**	0,40	0,038 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
RHH RT II	**0,60**	0,50	0,043 m/m²	5,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
RHH RT III	**0,40**	0,60	0,060 m/m²	4,00 m	14	1	6	5	11	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
MFH 3-6 RT I	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 3-6 RT II	**1,00**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 3-6 RT III	**0,50**	0,50	0,036 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 7-12 RT I	**2,00**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 7-12 RT II	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 7-12 RT III	**0,80**	0,40	0,029 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 13+x RT I	**2,00**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 13+x RT II	**1,20**	0,30	0,020 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
MFH 13+x RT III	**0,80**	0,40	0,029 m/m²	4,50 m	14	1	6	5	11	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Trinkwasserversorgung									
			Spez. Netzlänge	Bemessung	Elementenummer				Elementeanteil			
					A	B	C	D	A	B	C	D
EFB 1 / RT I - ABL	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 1 / RT II - ABL	**0,20**	1,00	0,119 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 1 / RT III - ABL	**0,15**	1,05	0,138 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 2 / RT I - ABL	**0,50**	0,50	0,066 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 2 / RT II - ABL	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 2 / RT III - ABL	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 3 / RT I - ABL	**0,70**	0,45	0,054 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 3 / RT II - ABL	**0,50**	0,50	0,054 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
EFB 3 / RT III - ABL	**0,40**	0,60	0,075 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	0%
MFB 1 / RT I - ABL	**2,50**	0,30	0,030 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	0%
MFB 1 / RT II - ABL	**1,70**	0,30	0,030 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	0%
MFB 1 / RT III - ABL	**1,20**	0,30	0,030 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	0%
MFB 2 / RT I - ABL	**1,30**	0,30	0,024 m/m²	DN 200	6	9	12		45%	20%	35%	0%
MFB 2 / RT II - ABL	**1,10**	0,30	0,024 m/m²	DN 200	6	9	12		45%	20%	35%	0%
MFB 2 / RT III - ABL	**0,60**	0,50	0,043 m/m²	DN 200	6	9	12		45%	20%	35%	0%
MFB 3 / RT I - ABL	**1,50**	0,30	0,026 m/m²	DN 200	6	9	12		45%	20%	35%	0%
MFB 3 / RT II - ABL	**1,20**	0,30	0,024 m/m²	DN 200	6	9	12		45%	20%	35%	0%
MFB 3 / RT III - ABL	**0,80**	0,40	0,034 m/m²	DN 200	6	9	12		45%	20%	35%	0%
MFB 4 / RT I - ABL	**1,20**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	0%
MFB 4 / RT II - ABL	**0,70**	0,45	0,038 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	0%
MFB 4 / RT III - ABL	**0,50**	0,50	0,045 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	0%

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Trinkwasserversorgung									
			Spez. Netzlänge	Bemessung	Elementenummer				Elementeanteil			
					A	B	C	D	A	B	C	D
EFB 1 / RT I - NBL	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 1 / RT II - NBL	**0,20**	1,00	0,119 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 1 / RT III - NBL	**0,15**	1,05	0,138 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 2 / RT I - NBL	**0,50**	0,50	0,066 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 2 / RT II - NBL	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 2 / RT III - NBL	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 3 / RT I - NBL	**0,70**	0,45	0,054 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 3 / RT II - NBL	**0,50**	0,50	0,054 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
EFB 3 / RT III - NBL	**0,40**	0,60	0,075 m/m²	DN 100	1	4	7	10	20%	50%	15%	15%
MFB 1 / RT I - NBL	**2,50**	0,30	0,030 m/m²	DN 150	2	5	8	11	20%	50%	15%	15%
MFB 1 / RT II - NBL	**1,70**	0,30	0,030 m/m²	DN 150	2	5	8	11	20%	50%	15%	15%
MFB 1 / RT III - NBL	**1,20**	0,30	0,030 m/m²	DN 150	2	5	8	11	20%	50%	15%	15%
MFB 2 / RT I - NBL	**1,30**	0,30	0,024 m/m²	DN 200	3	6	9	12	20%	50%	15%	15%
MFB 2 / RT II - NBL	**1,10**	0,30	0,024 m/m²	DN 200	3	6	9	12	20%	50%	15%	15%
MFB 2 / RT III - NBL	**0,60**	0,50	0,043 m/m²	DN 200	3	6	9	12	20%	50%	15%	15%
MFB 3 / RT I - NBL	**1,50**	0,30	0,026 m/m²	DN 200	3	6	9	12	20%	50%	15%	15%
MFB 3 / RT II - NBL	**1,20**	0,30	0,024 m/m²	DN 200	3	6	9	12	20%	50%	15%	15%
MFB 3 / RT III - NBL	**0,80**	0,40	0,034 m/m²	DN 200	3	6	9	12	20%	50%	15%	15%
MFB 4 / RT I - NBL	**1,20**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	2	5	8	11	20%	50%	15%	15%
MFB 4 / RT II - NBL	**0,70**	0,45	0,038 m/m²	DN 150	2	5	8	11	20%	50%	15%	15%
MFB 4 / RT III - NBL	**0,50**	0,50	0,045 m/m²	DN 150	2	5	8	11	20%	50%	15%	15%

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	GFD	VEF/GF	Trinkwasserversorgung								
			Spez. Netzlänge	Bemessung	Elementenummer				Elementeanteil			
					A	B	C	D	A	B	C	D
EFH RT I	**0,40**	0,60	0,075 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
EFH RT II	**0,30**	0,70	0,083 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
EFH RT III	**0,15**	1,05	0,138 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
DHH RT I	**0,50**	0,50	0,066 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
DHH RT II	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
DHH RT III	**0,20**	1,00	0,125 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
2-FH RT I	**0,50**	0,50	0,066 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
2-FH RT II	**0,30**	0,70	0,088 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
2-FH RT III	**0,20**	1,00	0,125 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
RHH RT I	**0,80**	0,40	0,048 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
RHH RT II	**0,60**	0,50	0,054 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
RHH RT III	**0,40**	0,60	0,075 m/m²	DN 100	4	7	10		45%	20%	35%	
MFH 3-6 RT I	**1,20**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 3-6 RT II	**1,00**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 3-6 RT III	**0,50**	0,50	0,045 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 7-12 RT I	**2,00**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 7-12 RT II	**1,20**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 7-12 RT III	**0,80**	0,40	0,036 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 13+x RT I	**2,00**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 13+x RT II	**1,20**	0,30	0,025 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	
MFH 13+x RT III	**0,80**	0,40	0,036 m/m²	DN 150	5	8	11		45%	20%	35%	

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	Abwasserentsorgung (Abw.ent.) (Mischsystem)								Abw.ent. (Trennsystem Schmutzwasser)						Abw.ent. (Trennsystem Regenwasser)							
	Spez. Netzlänge	Be-messung	Elementenr.			Elementeanteil			Spez. Netzlänge	Be-messung	E.-nr.		E. anteil		Spez. Netzlänge	Be-messung	E.nr.			E.anteil		
			A	B	C	A	B	C			A	B	A	B			A	B	C	A	B	C
EFB 1 / RT I - ABL	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 1 / RT II - ABL	0,105 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,105 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,105 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 1 / RT III - ABL	0,122 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,122 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,122 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 2 / RT I - ABL	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,058 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 2 / RT II - ABL	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 2 / RT III - ABL	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 3 / RT I - ABL	0,047 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,047 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,047 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 3 / RT II - ABL	0,048 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,048 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,048 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 3 / RT III - ABL	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,066 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
MFB 1 / RT I - ABL	0,026 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,026 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,026 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 1 / RT II - ABL	0,026 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,026 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,026 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 1 / RT III - ABL	0,026 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,026 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,026 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 2 / RT I - ABL	0,021 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,021 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,021 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 2 / RT II - ABL	0,021 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,021 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,021 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 2 / RT III - ABL	0,038 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,038 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,038 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 3 / RT I - ABL	0,023 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,023 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,023 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 3 / RT II - ABL	0,021 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,021 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,021 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 3 / RT III - ABL	0,030 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,030 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,030 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 4 / RT I - ABL	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 4 / RT II - ABL	0,033 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,033 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,033 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 4 / RT III - ABL	0,039 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,039 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,039 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	Abwasserentsorgung (Abw.ent.) (Mischsystem)								Abw.ent. (Trennsystem Schmutzwasser)						Abw.ent. (Trennsystem Regenwasser)							
	Spez.	Be-	Elementenr.			Elementeanteil			Spez.	Be-	E.-nr.		E. anteil		Spez.	Be-	E.nr.			E.anteil		
	Netzlänge	messung	A	B	C	A	B	C	Netzlänge	messung	A	B	A	B	Netzlänge	messung	A	B	C	A	B	C
EFB 1 / RT I - NBL	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 1 / RT II - NBL	0,105 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,105 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,105 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 1 / RT III - NBL	0,122 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,122 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,122 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 2 / RT I - NBL	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,058 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 2 / RT II - NBL	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 2 / RT III - NBL	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 3 / RT I - NBL	0,047 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,047 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,047 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 3 / RT II - NBL	0,048 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,048 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,048 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFB 3 / RT III - NBL	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,066 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
MFB 1 / RT I - NBL	0,026 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,026 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,026 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 1 / RT II - NBL	0,026 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,026 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,026 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 1 / RT III - NBL	0,026 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,026 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,026 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 2 / RT I - NBL	0,021 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,021 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,021 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 2 / RT II - NBL	0,021 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,021 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,021 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 2 / RT III - NBL	0,038 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,038 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,038 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 3 / RT I - NBL	0,023 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,023 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,023 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 3 / RT II - NBL	0,021 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,021 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,021 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 3 / RT III - NBL	0,030 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,030 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,030 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 4 / RT I - NBL	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 4 / RT II - NBL	0,033 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,033 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,033 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFB 4 / RT III - NBL	0,039 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,039 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,039 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

	Abwasserentsorgung (Abw.ent.) (Mischsystem)								Abw.ent. (Trennsystem Schmutzwasser)						Abw.ent. (Trennsystem Regenwasser)							
	Spez. Netzlänge	Be-messung	Elementenr.			Elementeanteil			Spez. Netzlänge	Be-messung	E.-nr.		E. anteil		Spez. Netzlänge	Be-messung	E.nr.			E.anteil		
			A	B	C	A	B	C			A	B	A	B			A	B	C	A	B	C
EFH RT I	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,066 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFH RT II	0,073 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,073 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,073 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
EFH RT III	0,122 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,122 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,122 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
DHH RT I	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,058 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
DHH RT II	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
DHH RT III	0,110 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,110 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,110 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
2-FH RT I	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,058 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,058 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
2-FH RT II	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,077 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,077 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
2-FH RT III	0,110 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,110 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,110 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
RHH RT I	0,042 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,042 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,042 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
RHH RT II	0,048 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,048 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,048 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
RHH RT III	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	37%	58%	5%	0,066 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,066 m/m²	300 / 350	2	5	11	10%	83%	7%
MFH 3-6 RT I	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 3-6 RT II	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 3-6 RT III	0,039 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,039 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,039 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 7-12 RT I	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 7-12 RT II	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 7-12 RT III	0,031 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,031 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,031 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 13+x RT I	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 13+x RT II	0,022 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,022 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,022 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%
MFH 13+x RT III	0,031 m/m²	450 / 500	3	6		40%	60%		0,031 m/m²	200 / 250	1	4	53%	47%	0,031 m/m²	450 / 500	3	6	12	10%	83%	7%

Datensatz: Eigene Annahmen der TU Dresden, Lehrstuhl für Stadtbauwesen

1.7 Literatur zu Anhang I

Abwassertechnische Vereinigung (1999): Arbeitsblatt 118 (ATV A 118) - Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Hennef 1999.

Albrecht, T. (2001): Dimensionierung von technischer Infrastruktur für Typen der Bebauung im Rahmen von Stoffstromuntersuchungen. Diplomarbeit am Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau der Technischen Universität Dresden.

Dammrath; Cord; Landwehr (1992): Wasserversorgung. 10. Auflage. Stuttgart, Verlag Teubner.

Deutsches Institut für Normung: DIN 4046 – Wasserversorgung; Fachausdrücke und Begriffserklärungen. Beuth-Verlag Berlin.

DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. –Technische Regel –Arbeitsblätter.

EAE (85/95): Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1995); Empfehlungen zur Anlage von Erschließungsstraßen EAE 85/95. Ausgabe 1985, ergänzte Fassung 1995. Köln.

Genzmer, E. (1887/1900): Die städtischen Straßen. Erstes und Zweites Heft. Stuttgart: Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung.

Gürschner, R.; Benzel, M. (1915): Der städtische Tiefbau: Hilfs- und Nachschlagebuch für das Entwerfen und den Bau städtischer Straßen-, Wasserversorgungs- und Entwässerungsanlagen. Leipzig: Verlag von B. G. Teubner.

Herz, R. (1996): Erneuerungsbedarfsprognosen für alternde Wasserrohrnetze. In: bbr – Wasser- und Rohrleitungsbau, Heft 12 / 1996, S. 25 ff.

Hettenbach, P. (1991): Anfall und Wiederverwendbarkeit von abgängigen mineralischen Baustoffen und Erdaushub. Uni Karlsruhe (TH), Fak. f. Bauingenieur- u. Vermessungswesen. Karlsruhe, Uni., Fak. f. Bauingenieur- u. Vermessungsw., Diss

Hoffmann, T. (1991): Die technische Erschließung des Waldstraßenviertels in Leipzig. Diplomarbeit: TU Dresden, Sektion Bauingenieurwesen, Wissenschaftsbereich Technische Erschließung.

Hosang; Bischof (1993): Abwassertechnik. 10. Auflage Stuttgart, Verlag Teubner.

Landeshauptstadt Dresden (1996): STRAGIS 1.1K - Straßendatenbank der Landeshauptstadt Dresden

Müller, W.; Korda, M. (Hrsg.) (1999): Städtebau: technische Grundlagen. 4. neubearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Prinz, W. (1948): Der Wohnstraßenbau. Dümmlers Verlag. Bonn.

RASt (1944): Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V. – Arbeitsgruppe Planung, Straßengestaltung und Verkehr; Vorläufige Richtlinie für den Ausbau von Stadtstraßen (RASt). Berlin: Volk und Reich Verlag.

RAST (1953): Regelungen nach RAST Ausgabe 1953. In: Westmeyer, R. (1956): Stadtstraßen. Westermann

RAST-E (1971): Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V. – Arbeitsgruppe Planung und Verkehr – Stadtstraßen; Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RAST): Teil: Erschließung (RAST-E). Bonn-Bad Godesberg: Kirschbaum Verlag.

RAST-Q (1968): Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e.V. – Arbeitsgruppe Planung und Verkehr – Stadtstraßen; Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RAST): Teil: Querschnittsgestaltung (RAST-Q). Bad Godesberg: Kirschbaum Verlag.

RIST (1966 ff.): Bauakademie der DDR (Hrsg.); Richtlinie für Stadtstraßen (RIST). Berlin: Bauinformation.

RStO 86/89: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1997): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Straßenverkehrsflächen (RStO). FSGV-Verlag, Köln.

Schmitz, A. (2001): Microtunneling – Eine Marktanalyse. In: tis – Tiefbau, Ingenieurbau, Straßenbau. Heft 2 / 2001, S. 17 ff.

Statistisches Bundesamt (1990): Gebäude- und Wohnungszählung vom 25. Mai 1987. Bautätigkeit und Wohnungen. Fachserie 5. Heft 3: Gebäude und Wohnungen. Teil 2: Struktur und Belegung des Wohnungsbestandes. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Bundesamt (1992): Statistisches Jahrbuch 1992 für die Bundesrepublik Deutschland. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Bundesamt (1999): Bautätigkeit und Wohnungen. Fachserie 5, Reihe 1: Bautätigkeit 1997. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Bundesamt (2000a): 50 Jahre Wohnen in Deutschland – Ergebnisse aus Gebäude- und Wohnungszählung, -Stichproben, Mikrozensus-Ergänzungserhebungen und Bautätigkeitsstatistiken. Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Bundesamt (2000b): Statistisches Jahrbuch 2000 für die Bundesrepublik Deutschland . Stuttgart: Metzler-Poeschel Verlag.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (1977): Statistische Berichte, Reihe H – Gemeindestraßen 1976.

TGL 21 900 (1987): Fachbereichsstandard der DDR – Regelachslasten und Belastungsklassen.

Triebel A. (2001): Analyse der technischen Infrastrukturausstattung von Wohnebieten unterschiedlicher Bebauung. Diplomarbeit am Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau der TU Dresden.

2 Anhang II: Daten zu den Szenarioannahmen

2.1 Neubau von Wohneinheiten

In diesem Abschnitt sind Detailinformationen zu den Szenarioannahmen für den Wohnungsneubau aufgeführt. Neben den Annahmen für den absoluten Wohnungsneubau in den Alten (ABL) wie den Neuen Bundesländern (NBL) sind die Daten differenziert nach den einzelnen Haustypen (nach der Systematik von BASiS-2) des Wohnungsneubaus (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.1, 5.2.3) und differenziert nach den drei Raumtypen Kernstädte (RT I), erweiterter suburbaner Raum (RT II) und ländlicher Raum (RT III) aufgeführt (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.2).

2.1.1 Referenzszenario

Wie im Endbericht ausgeführt, orientieren sich die Neubauzahlen im Referenzszenario an der Wohnungsprognose des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und des Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR) (BBR/IÖR 2001). Da der dort abgedeckte Prognosezeitraum nur bis zum Jahrfünft 2011 bis 2015 reicht, und Prognosen über diesen Zeitraum hinaus mit großen Unsicherheiten behaftet sind, wurde von den Projektpartnern in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt die konservative Annahme getroffen, die absoluten Zahlen des Jahrfünfts 2011 – 2015 für den Zeitraum bis 2025 unverändert zu übernehmen. Da die Prognosezahlen von BBR/IÖR nach siedlungsstrukturellen Regionstypen (Agglomerationsräume, Verstädterte Räume, Ländliche Räume) differenziert sind, wurde für die Verteilung der Neubaudaten im Referenzszenario nach der im Projekt verfolgten Strukturierung eine eigene Umschlüsselung der Daten für die Verteilung auf die Raumtypen vorgenommen (vgl. Kapitel 2.1.3).[29] In der nachfolgenden Tabelle ist eine Übersicht zu den Neubaudaten nach dem Referenzszenario aufgeführt. Es ist zu beachten, dass die Daten für neugebaute Wohneinheiten durch Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden (Anbauten) in den Zahlen noch nicht enthalten sind. Diese Daten des Referenzszenarios werden anschließend gesondert ausgewiesen.

[29] In den Abschnitten 2.1.1 und 2.1.2 werden zunächst die detaillierten Daten für das Referenz- und das Nachhaltigkeitsszenario aufgeführt. Im anschließenden Abschnitt 2.1.3 wird in einem Exkurs auf die Umschlüsselung der Prognosedaten von (BBR/IÖR 2001) eingegangen.

Tabelle 2.1 Übersicht Neubaudaten, Differenziert nach ABL/NBL, nach Raumtypen und Ein- bis Zweifamilienhäusern (EFH) und Mehrfamilienhäusern (MFH): Referenzszenario[30]

Merkmal	Raumtypen (Ost/West)	2001-2005 (Mittelw ert)	2006-2010 (Mittelw ert)	2011-2015 (Mittelw ert)	2016-2020 (Mittelw ert)	2021-2025 (Mittelw ert)	Summe 2001-2025
EFH	ABL: Kernstädte	13.577	13.705	10.146	10.146	10.146	288.603
EFH	ABL: Erw . suburb. Raum	99.185	99.973	74.873	74.873	74.873	2.118.874
EFH	ABL: Ländlicher Raum	43.724	44.799	34.625	34.625	34.625	961.992
EFH	NBL: Kernstädte	3.152	3.657	3.563	3.563	3.563	87.492
EFH	NBL: Erw . suburb. Raum	18.126	20.928	20.311	20.311	20.311	499.938
EFH	NBL: Ländlicher Raum	17.756	19.736	19.059	19.059	19.059	473.345
MFH	ABL: Kernstädte	46.001	45.690	46.224	46.224	46.224	1.151.811
MFH	ABL: Erw . suburb. Raum	62.382	61.670	63.236	63.236	63.236	1.568.797
MFH	ABL: Ländlicher Raum	21.763	20.788	22.454	22.454	22.454	549.568
MFH	NBL: Kernstädte	6.643	5.804	5.283	5.283	5.283	141.484
MFH	NBL: Erw . suburb. Raum	4.869	4.255	3.873	3.873	3.873	103.711
MFH	NBL: Ländlicher Raum	5	106	0	0	0	555
WE gesamt	ABL: Kernstädte	59.578	59.395	56.370	56.370	56.370	1.440.414
WE gesamt	ABL: Erw . suburb. Raum	161.566	161.643	138.108	138.108	138.108	3.687.671
WE gesamt	ABL: Ländlicher Raum	65.487	65.586	57.080	57.080	57.080	1.511.560
WE gesamt	NBL: Kernstädte	9.795	9.461	8.846	8.846	8.846	228.976
WE gesamt	NBL: Erw . suburb. Raum	22.996	25.183	24.184	24.184	24.184	603.649
WE gesamt	NBL: Ländlicher Raum	17.761	19.842	19.059	19.059	19.059	473.900
EFH	ABL: gesamt	156.486	158.476	119.644	119.644	119.644	3.369.470
MFH	ABL: gesamt	130.145	128.148	131.914	131.914	131.914	3.270.175
We´s gesamt	**ABL: gesamt**	**286.631**	**286.624**	**251.558**	**251.558**	**251.558**	**6.639.645**
EFH	NBL: gesamt	39.035	44.321	42.933	42.933	42.933	1.060.775
MFH	NBL: gesamt	11.517	10.165	9.156	9.156	9.156	245.750
We´s gesamt	**NBL: gesamt**	**50.552**	**54.486**	**52.089**	**52.089**	**52.089**	**1.306.525**

In den beiden nachfolgenden Tabellen ist der Neubau von Wohneinheiten, welcher im Referenzszenario in Anbauten (Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden) realisiert wird, dokumentiert. Es sind jeweils der absolute Neubau sowie die Aufteilung nach den drei Raumtypen aufgeführt. Die absoluten Zahlen basieren auf der Erfahrung aus der Bautätigkeitstatistik sowie den Prognoseansätzen der BBR, wonach ungefähr 11 % des gesamten Neubaus von WE durch Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden (hier als Anbauten typisiert) realisiert werden. Es wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die Anbauten konkret durch Anbau an 1-2 Familienhäusern (Jeder Anbau wird mit je 1 WE in die Datenbank von BASiS-2 implementiert) realisiert werden. Alle neugebauten WE in Anbauten entsprechen den Vorgaben der Energieeinsparverordnung (vgl. hierzu Kapitel 3). Die Aufstockung von Geschosswohnungen wird vernachlässigt. Auf dem 2. Kreativworkshop, der im Rahmen des Projektes durchgeführt worden ist, äußerten Experten die Einschätzung, dass das Potential des Dachgeschossausbaus bereits stark ausgeschöpft ist und die erheblich größeren Potentiale im Anbau an Ein- bis Zweifamilienhäusern bestehen. Für die Verteilung nach Raumtypen wird in den Szenarien die Verteilung des Gebäudebestandes (Ein- bis Zweifamilienhäuser) im Jahr 2000 unverändert fortgeschrieben.

[30] Die Daten sind das Ergebnis einer Umschlüsselung des Öko-Instituts (vgl. Kapitel 2.1.3) aufbauend auf den Prognosedaten von (BBR/IÖR 2001).

Tabelle 2.2 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten ABL im Referenzszenario

Jahr	Summe ABL	RT-I	RT-II	RT-III
2000	31530	4970	18169	8391
2001	31530	4970	18169	8391
2002	31530	4970	18169	8391
2003	31530	4970	18169	8391
2004	31530	4970	18169	8391
2005	31530	4970	18169	8391
2006	31528	4969	18169	8390
2007	31528	4969	18169	8390
2008	31528	4969	18169	8390
2009	30674	4835	17676	8163
2010	29820	4700	17184	7936
2011	29380	4631	16931	7819
2012	28526	4496	16438	7591
2013	27671	4361	15946	7364
2014	27671	4361	15946	7364
2015	27671	4361	15946	7364
2016	27671	4361	15946	7364
2017	27671	4361	15946	7364
2018	27671	4361	15946	7364
2019	27671	4361	15946	7364
2020	27671	4361	15946	7364
2021	27671	4361	15946	7364
2022	27671	4361	15946	7364
2023	27671	4361	15946	7364
2024	27671	4361	15946	7364
2025	27671	4361	15946	7364

Eigene Annahmen des Öko-Instituts basierend auf (BBR/IÖR 2001)

Tabelle 2.3 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten NBL im Referenzszenario

Jahr	Summe NBL	RT-I	RT-II	RT-III
2000	5561	515	2449	2597
2001	5561	515	2449	2597
2002	5561	515	2449	2597
2003	5561	515	2449	2597
2004	5647	523	2487	2637
2005	5734	531	2525	2678
2006	5820	539	2563	2718
2007	5907	547	2601	2759
2008	5993	555	2639	2799
2009	5971	553	2629	2789
2010	5949	551	2620	2778
2011	5774	535	2543	2697
2012	5752	533	2533	2686
2013	5730	531	2523	2676
2014	5730	531	2523	2676
2015	5730	531	2523	2676
2016	5730	531	2523	2676
2017	5730	531	2523	2676
2018	5730	531	2523	2676
2019	5730	531	2523	2676
2020	5730	531	2523	2676
2021	5730	531	2523	2676
2022	5730	531	2523	2676
2023	5730	531	2523	2676
2024	5730	531	2523	2676
2025	5730	531	2523	2676

Eigene Annahmen des Öko-Instituts basierend auf (BBR/IÖR 2001)

In den nachfolgenden Tabellen sind die Neubaudaten für das Referenzszenario differenziert nach den einzelnen Neubauhaustypen in BASiS-2 aufgeführt:

Mehrfamilienhäuser:

- MFH 3-6: Kleine Mehrfamilienhäuser mit durchschnittlich 5 WE
- MFH 7-12: Mehrfamilienhäuser mit durchschnittlich 9 WE
- MFH 13+x: Mehrfamilienhäuser mit durchschnittlich 20 WE

Ein- bis Zweifamilienhäuser:

- FEFH: Freistehende Einfamilienhäuser (1 WE pro Gebäude)
- ZFH: Zweifamilienhäuser (2 WE pro Gebäude)
- DHH: Doppelhaushälften (1 WE pro Gebäude)
- RHH: Reihenhäuser (1 WE pro Gebäude)

In dieser Differenzierung sind die Neubaudaten in die Datenbank von BASiS-2 implementiert.[31] Die Informationen für die Verteilung auf die einzelnen Haustypen (FEFH, ZFH, DHH, RHH innerhalb der Gruppe von Ein- bis Zweifamilienhäusern sowie MFH 3-6, MFH 7-12, MFH 13+x innerhalb Mehrfamilienhäusern) einer Gruppe von Haustypen (Ein- bis Zweifamilienhäuser bzw. Mehrfamilienhäuser) leiten sich aus aktuellen Daten aus der Bautätigkeitsstatistik des Statistischen Bundesamtes ab (Statistisches Bundesamt 2001). Für das Referenzszenario wird die darin aufgeführte Haustypenverteilung für Ende der Neunziger Jahre im Szenariozeitraum unverändert übernommen.

Tabelle 2.4 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser ABL: Referenzszenario[32]

Jahr	MFH 3-6				MFH-7-12				MFH-13+x			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2001	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2002	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2003	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2004	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2005	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2006	38974	5919	21327	11728	39812	15006	20254	4552	49361	24782	20069	4510
2007	38974	5919	21327	11728	39812	15006	20254	4552	49361	24782	20069	4510
2008	38974	5919	21327	11728	39812	15006	20254	4552	49361	24782	20069	4510
2009	38974	5919	21327	11728	39812	15006	20254	4552	49361	24782	20069	4510
2010	38974	5919	21327	11728	39812	15006	20254	4552	49361	24782	20069	4510
2011	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2012	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2013	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2014	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2015	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2016	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2017	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2018	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2019	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2020	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2021	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2022	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2023	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2024	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900
2025	40120	5786	21728	12606	40982	15224	20827	4930	50812	25215	20697	4900

Eigene Annahmen des Öko-Instituts basierend auf (BBR/IÖR 2001) sowie (Statistisches Bundesamt 2001)

[31] Zusätzlich sind die genannten Haustypen jeweils in ABL und NBL differenziert. Darüber hinaus werden alle Haustypen des Neubaus (mit Ausnahme der Anbauten) in BASiS-2 zusätzlich in Haustypen mit Nutzwärmebedarf nach Energieeinsparverordnung (Standard für Haustypen des Neubaus) sowie Passivhäuser differenziert. Zum Abkürzungscode der Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10 dieses Anhangbands.

[32] Die angegebenen Daten für den Neubau der einzelnen Haustypen sind in der Datenbank von BASiS-2 zusätzlich differenziert nach Passivhäusern und Häusern nach Energieeinsparverordnung implementiert. Ihre Anteile an den, in der Tabelle aufgeführten, Werten ergeben sich aus den Szenarioannahmen zur Entwicklung des Anteils von Passivhäusern am Neubau (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.6).

Tabelle 2.5 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser NBL: Referenzszenario[33]

Jahr	MFH 3-6				MFH-7-12				MFH-13+x			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	2984	914	2065	5	3685	2126	1559	0	4848	3600	1248	0
2001	2984	914	2065	5	3685	2126	1559	0	4848	3600	1248	0
2002	2984	914	2065	5	3685	2126	1559	0	4848	3600	1248	0
2003	2984	914	2065	5	3685	2126	1559	0	4848	3600	1248	0
2004	2914	886	2002	25	3599	2074	1524	0	4734	3512	1222	0
2005	2844	859	1940	45	3512	2022	1490	0	4620	3423	1197	0
2006	2773	831	1877	66	3426	1970	1455	0	4507	3335	1172	0
2007	2703	803	1814	86	3339	1919	1421	0	4393	3246	1147	0
2008	2633	775	1752	106	3253	1867	1386	0	4279	3158	1121	0
2009	2581	766	1730	85	3188	1829	1359	0	4194	3101	1093	0
2010	2529	756	1709	64	3124	1792	1331	0	4109	3044	1065	0
2011	2476	747	1687	42	3059	1755	1304	0	4024	2987	1037	0
2012	2424	737	1666	21	2995	1718	1276	0	3939	2929	1010	0
2013	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2014	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2015	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2016	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2017	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2018	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2019	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2020	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2021	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2022	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2023	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2024	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0
2025	2372	728	1644	0	2930	1681	1249	0	3854	2872	982	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts basierend auf (BBR/IÖR 2001) sowie (Statistisches Bundesamt 2001)

[33] Die angegebenen Daten für den Neubau der einzelnen Haustypen sind in der Datenbank von BASiS-2 zusätzlich differenziert nach Passivhäusern und Häusern nach Energieeinsparverordnung implementiert. Ihre Anteile an den, in der Tabelle aufgeführten, Werten ergeben sich aus den Szenarioannahmen zur Entwicklung des Anteils von Passivhäusern am Neubau (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.6).

Tabelle 2.6 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser ABL: Referenzszenario[34]

Jahr	FEFH				ZFH				DHH				RHH			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2001	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2002	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2003	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2004	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2005	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2006	71572	2785	42167	26620	35233	1218	20739	13276	32249	3761	24389	4098	19422	5938	12707	776
2007	71572	2785	42167	26620	35233	1218	20739	13276	32249	3761	24389	4098	19422	5938	12707	776
2008	71572	2785	42167	26620	35233	1218	20739	13276	32249	3761	24389	4098	19422	5938	12707	776
2009	68101	2640	40050	25410	33526	1155	19697	12673	30642	3566	23164	3912	18440	5630	12069	741
2010	64630	2496	37933	24201	31818	1092	18656	12070	29036	3371	21940	3726	17459	5322	11431	706
2011	61159	2351	35815	22992	30110	1029	17615	11467	27430	3175	20715	3540	16477	5013	10793	671
2012	57688	2206	33698	21783	28403	965	16573	10864	25824	2980	19490	3354	15495	4705	10155	635
2013	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2014	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2015	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2016	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2017	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2018	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2019	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2020	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2021	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2022	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2023	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2024	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600
2025	54217	2062	31581	20574	26695	902	15532	10261	24218	2785	18266	3168	14513	4397	9517	600

Eigene Annahmen des Öko-Instituts basierend auf (BBR/IÖR 2001) sowie (Statistisches Bundesamt 2001)

[34] Die angegebenen Daten für den Neubau der einzelnen Haustypen sind in der Datenbank von BASiS-2 zusätzlich differenziert nach Passivhäusern und Häusern nach Energieeinsparverordnung implementiert. Ihre Anteile an den, in der Tabelle aufgeführten, Werten ergeben sich aus den Szenarioannahmen zur Entwicklung des Anteils von Passivhäusern am Neubau (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.6).

Tabelle 2.7 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser NBL: Referenzszenario[35]

Jahr	FEFH				ZFH				DHH				RHH			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	20845	697	9138	11010	7534	227	3045	4262	5192	650	3322	1220	5465	1585	2604	1276
2001	20845	697	9138	11010	7534	227	3045	4262	5192	650	3322	1220	5465	1585	2604	1276
2002	20845	697	9138	11010	7534	227	3045	4262	5192	650	3322	1220	5465	1585	2604	1276
2003	20845	697	9138	11010	7534	227	3045	4262	5192	650	3322	1220	5465	1585	2604	1276
2004	21409	721	9439	11250	7738	234	3143	4361	5333	672	3411	1250	5613	1633	2679	1301
2005	21974	744	9740	11490	7942	242	3240	4460	5473	694	3500	1279	5761	1680	2754	1327
2006	22538	768	10041	11730	8146	249	3337	4559	5614	716	3590	1308	5909	1727	2829	1353
2007	23103	792	10341	11970	8350	257	3434	4659	5754	738	3679	1338	6057	1774	2904	1379
2008	23667	815	10642	12209	8554	264	3532	4758	5895	760	3768	1367	6205	1822	2979	1405
2009	23667	815	10642	12209	8554	264	3532	4758	5895	760	3768	1367	6205	1822	2979	1405
2010	23667	815	10642	12209	8554	264	3532	4758	5895	760	3768	1367	6205	1822	2979	1405
2011	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2012	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2013	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2014	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2015	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2016	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2017	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2018	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2019	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2020	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2021	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2022	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2023	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2024	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354
2025	22926	795	10334	11797	8286	258	3430	4598	5710	739	3653	1318	6011	1772	2886	1354

Eigene Annahmen des Öko-Instituts basierend auf (BBR/IÖR 2001) sowie (Statistisches Bundesamt 2001)

[35] vgl. Fußnote 34.

2.1.2 Nachhaltigkeitsszenario

Die differenzierten Neubaudaten des Nachhaltigkeitsszenarios leiten sich von den Daten des Referenzszenarios unter Berücksichtigung der Szenarioannahmen ab. Deutliche Unterschiede im Vergleich zum Referenzszenario bestehen in den Annahmen zum absoluten Wohnungsneubau, zur Verteilung auf die einzelnen Haustypen und zur Verteilung auf die einzelnen Raumtypen (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3). Die daraus resultierenden differenzierten Eingabedaten in die Datenbank von BASiS-2 sind in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt.[36]

Tabelle 2.8 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten ABL im Nachhaltigkeitsszenario

Jahr	ABL	RT-I	RT-II	RT-III
2000	31530	4970	18169	8391
2001	29636	4671	17078	7887
2002	27743	4373	15987	7383
2003	25850	4074	14896	6879
2004	25850	4074	14896	6879
2005	25850	4074	14896	6879
2006	25850	4074	14896	6879
2007	25850	4074	14896	6879
2008	25850	4074	14896	6879
2009	25146	3963	14491	6692
2010	24442	3852	14085	6505
2011	23738	3742	13679	6317
2012	23034	3631	13274	6130
2013	22330	3520	12868	5942
2014	22330	3520	12868	5942
2015	22330	3520	12868	5942
2016	22330	3520	12868	5942
2017	22330	3520	12868	5942
2018	22330	3520	12868	5942
2019	22330	3520	12868	5942
2020	22330	3520	12868	5942
2021	22330	3520	12868	5942
2022	22330	3520	12868	5942
2023	22330	3520	12868	5942
2024	22330	3520	12868	5942
2025	22330	3520	12868	5942

Eigene Annahmen Öko-Institut

[36] Die Szenarioannahmen wurden in aggregierter Form mit dem Begleitkreis abgestimmt (vgl. Endbericht, Kapitel 5). In der - in diesem Abschnitt aufgeführten - Detailtiefe handelt es sich um eigene Annahmen des Öko-Instituts, die entsprechend aus den diversen Szenarioannahmen des Nachhaltigkeitsszenarios (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3) abgeleitet worden sind.

Tabelle 2.9 Neubau von Wohneinheiten: Anbauten NBL im Nachhaltigkeitsszenario

Jahr	NBL	RT-I	RT-II	RT-III
2000	5561	515	2449	2597
2001	4917	456	2165	2296
2002	4274	396	1882	1996
2003	3630	336	1598	1695
2004	3630	336	1598	1695
2005	3630	336	1598	1695
2006	3630	336	1598	1695
2007	3630	336	1598	1695
2008	3630	336	1598	1695
2009	3564	330	1569	1664
2010	3498	324	1540	1634
2011	3432	318	1511	1603
2012	3366	312	1482	1572
2013	3300	306	1453	1541
2014	3300	306	1453	1541
2015	3300	306	1453	1541
2016	3300	306	1453	1541
2017	3300	306	1453	1541
2018	3300	306	1453	1541
2019	3300	306	1453	1541
2020	3300	306	1453	1541
2021	3300	306	1453	1541
2022	3300	306	1453	1541
2023	3300	306	1453	1541
2024	3300	306	1453	1541
2025	3300	306	1453	1541

Eigene Annahmen Öko-Institut

Tabelle 2.10 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser ABL: Nachhaltigkeitsszenario[37]

Jahr	MFH 3-6				MFH-7-12				MFH-13+x			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	39582	5837	21476	12268	40433	15135	20525	4773	50131	25029	20365	4736
2001	38300	5422	20687	12191	39123	14430	19926	4767	48507	23932	19830	4745
2002	37018	5007	19899	12113	37814	13726	19328	4760	46884	22835	19295	4753
2003	35736	4592	19110	12035	36504	13021	18729	4754	45260	21738	18760	4762
2004	36451	5133	18841	12477	37234	14382	18024	4829	46165	23816	17624	4725
2005	37166	5674	18572	12919	37964	15742	17318	4904	47070	25894	16488	4688
2006	37880	6215	18304	13362	38695	17103	16613	4979	47976	27973	15352	4651
2007	38595	6756	18035	13804	39425	18464	15908	5054	48881	30051	14216	4614
2008	39310	7297	17767	14246	40155	19824	15202	5129	49786	32129	13080	4576
2009	38857	7582	16885	14390	39692	20296	14387	5009	49212	32731	12026	4455
2010	38404	7867	16003	14533	39229	20768	13572	4889	48638	33332	10971	4334
2011	37950	8152	15122	14676	38766	21240	12757	4769	48064	33934	9917	4213
2012	37497	8437	14240	14820	38303	21713	11942	4649	47490	34536	8862	4092
2013	37044	8723	13358	14963	37840	22185	11127	4529	46916	35137	7808	3971
2014	37661	8504	13684	15474	38471	22284	11490	4697	47698	35457	8119	4123
2015	38279	8285	14009	15985	39102	22384	11853	4865	48480	35776	8430	4274
2016	38896	8067	14334	16495	39732	22484	12216	5033	49262	36096	8740	4426
2017	39514	7848	14659	17006	40363	22584	12579	5201	50044	36416	9051	4577
2018	40131	7630	14985	17517	40994	22683	12942	5368	50826	36735	9362	4729
2019	41082	7652	15387	18043	41570	22751	13289	5530	51329	36845	9613	4871
2020	42033	7675	15788	18570	42146	22819	13636	5691	51832	36954	9864	5013
2021	42985	7698	16190	19096	42722	22886	13983	5853	52334	37064	10115	5155
2022	43936	7721	16592	19623	43298	22954	14331	6014	52837	37174	10366	5297
2023	44887	7743	16994	20149	43875	23022	14678	6175	53340	37283	10617	5440
2024	44887	7743	16994	20149	43875	23022	14678	6175	53340	37283	10617	5440
2025	44887	7743	16994	20149	43875	23022	14678	6175	53340	37283	10617	5440

Eigene Annahmen Öko-Institut

[37] Die angegebenen Daten für den Neubau der einzelnen Haustypen sind in der Datenbank von BASiS-2 zusätzlich differenziert nach Passivhäusern und Häusern nach Energieeinsparverordnung implementiert. Ihre Anteile an den, in der Tabelle aufgeführten, Werten ergeben sich aus den Szenarioannahmen zur Entwicklung des Anteils von Passivhäusern am Neubau (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.6).

Tabelle 2.11 Neubau von Wohneinheiten: Mehrfamilienhäuser NBL: Nachhaltigkeitsszenario[38]

Jahr	MFH 3-6				MFH-7-12				MFH-13+x			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	2984	914	2065	5	3685	2126	1559	0	4848	3600	1248	0
2001	2844	788	2048	8	3513	1945	1562	6	4621	3346	1275	0
2002	2705	662	2031	12	3340	1763	1566	12	4394	3091	1303	0
2003	2565	535	2015	15	3168	1581	1569	18	4167	2836	1331	0
2004	2650	914	1721	15	3274	1967	1288	18	4306	3220	1082	3
2005	2736	1293	1427	15	3379	2354	1007	18	4445	3604	834	7
2006	2821	1672	1134	15	3485	2741	726	18	4584	3988	586	10
2007	2907	2051	840	15	3590	3127	445	18	4723	4372	337	14
2008	2992	2430	547	15	3696	3514	164	18	4862	4756	89	17
2009	3015	2287	676	52	3725	3434	260	30	4900	4739	143	18
2010	3039	2144	806	89	3754	3354	356	43	4938	4722	198	18
2011	3062	2001	935	126	3782	3275	452	55	4975	4705	252	19
2012	3086	1858	1065	163	3811	3195	548	68	5013	4688	306	19
2013	3109	1715	1194	200	3840	3115	645	80	5051	4670	361	20
2014	3187	1680	1275	232	3936	3157	694	85	5177	4763	391	23
2015	3264	1646	1355	264	4032	3199	743	90	5304	4856	422	26
2016	3342	1611	1435	296	4128	3241	792	95	5430	4949	452	29
2017	3419	1576	1515	328	4224	3282	842	100	5557	5042	483	32
2018	3497	1542	1595	360	4320	3324	891	105	5683	5135	513	35
2019	3575	1466	1711	398	4416	3328	964	124	5809	5207	565	38
2020	3653	1390	1827	436	4512	3332	1037	143	5935	5279	616	41
2021	3730	1314	1943	474	4608	3337	1109	162	6062	5351	667	44
2022	3808	1238	2059	512	4704	3341	1182	181	6188	5423	718	47
2023	3886	1162	2174	550	4800	3345	1255	200	6314	5495	769	50
2024	3886	1162	2174	550	4800	3345	1255	200	6314	5495	769	50
2025	3886	1162	2174	550	4800	3345	1255	200	6314	5495	769	50

Eigene Annahmen Öko-Institut

[38] vgl. Fußnote 37.

Tabelle 2.12 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser ABL: Nachhaltigkeitsszenario[39]

Jahr	FEFH				ZFH				DHH				RHH			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	70575	2759	41835	25981	34740	1207	20575	12958	31923	3726	24197	4000	19248	5883	12607	758
2001	64714	2517	38438	23760	31855	1101	18904	11850	29272	3397	22219	3656	17650	5368	11582	700
2002	58854	2275	35041	21538	28970	995	17233	10742	26621	3068	20241	3312	16051	4854	10556	641
2003	52993	2033	31643	19317	26085	889	15562	9634	23970	2739	18263	2968	14453	4339	9531	583
2004	51135	1913	30697	18525	25711	858	15448	9405	23734	2595	18227	2912	14571	4234	9628	709
2005	49276	1793	29750	17733	25338	827	15334	9176	23498	2450	18192	2856	14689	4129	9724	835
2006	47418	1673	28804	16941	24964	796	15220	8948	23261	2305	18156	2800	14807	4024	9821	962
2007	45559	1553	27857	16149	24591	765	15106	8719	23025	2160	18121	2744	14925	3919	9918	1088
2008	43701	1433	26911	15357	24217	734	14992	8490	22789	2015	18085	2689	15043	3814	10015	1214
2009	41059	1309	25346	14404	23206	681	14405	8120	21918	1852	17405	2660	14657	3555	9846	1256
2010	38417	1184	23782	13451	22195	628	13817	7750	21046	1690	16725	2632	14271	3297	9677	1298
2011	35775	1059	22218	12498	21185	576	13230	7379	20175	1527	16044	2604	13886	3038	9509	1339
2012	33133	934	20654	11545	20174	523	12643	7009	19303	1364	15364	2575	13500	2779	9340	1381
2013	30491	809	19090	10592	19163	470	12055	6638	18432	1201	14684	2547	13114	2521	9171	1422
2014	29192	764	18412	10016	18783	445	11917	6421	18135	1154	14445	2536	13060	2438	9225	1397
2015	27893	720	17735	9439	18404	421	11779	6204	17837	1106	14206	2526	13005	2355	9278	1371
2016	26595	675	17058	8862	18024	397	11641	5986	17540	1058	13967	2515	12951	2273	9332	1346
2017	25296	630	16380	8285	17645	372	11503	5769	17242	1010	13728	2504	12896	2190	9386	1320
2018	23997	586	15703	7708	17265	348	11365	5552	16945	962	13489	2494	12842	2107	9440	1295
2019	22852	543	15092	7217	16857	333	11212	5312	16601	919	13298	2385	12710	2008	9396	1305
2020	21706	501	14480	6725	16449	317	11059	5073	16257	875	13106	2275	12577	1909	9352	1316
2021	20561	459	13869	6233	16041	302	10906	4833	15913	832	12915	2166	12445	1810	9309	1326
2022	19415	417	13257	5741	15633	286	10754	4593	15569	788	12724	2057	12312	1710	9265	1337
2023	18270	375	12645	5249	15225	271	10601	4354	15225	745	12532	1948	12180	1611	9222	1347
2024	18270	375	12645	5249	15225	271	10601	4354	15225	745	12532	1948	12180	1611	9222	1347
2025	18270	375	12645	5249	15225	271	10601	4354	15225	745	12532	1948	12180	1611	9222	1347

Eigene Annahmen Öko-Institut

[39] Die angegebenen Daten für den Neubau der einzelnen Haustypen sind in der Datenbank von BASiS-2 zusätzlich differenziert nach Passivhäusern und Häusern nach Energieeinsparverordnung implementiert. Ihre Anteile an den, in der Tabelle aufgeführten, Werten ergeben sich aus den Szenarioannahmen zur Entwicklung des Anteils von Passivhäusern am Neubau (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.6).

Tabelle 2.13 Neubau von Wohneinheiten: Ein- bis Zweifamilienhäuser NBL: Nachhaltigkeitsszenario[40]

Jahr	FEFH				ZFH				DHH				RHH			
	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III	Summe	RT-I	RT-II	RT-III
2000	20845	697	9138	11010	7534	227	3045	4262	5192	650	3322	1220	5465	1585	2604	1276
2001	18008	569	7757	9682	6509	185	2582	3742	4485	538	2857	1091	4721	1297	2244	1180
2002	15172	442	6376	8354	5483	144	2118	3222	3779	425	2392	961	3978	1008	1885	1085
2003	12335	314	4995	7026	4458	102	1654	2702	3072	313	1928	832	3234	719	1525	990
2004	12069	357	4889	6823	4402	118	1637	2647	3046	358	1889	800	3252	826	1486	940
2005	11803	399	4784	6620	4346	135	1620	2591	3021	403	1850	768	3270	932	1447	891
2006	11536	441	4678	6417	4289	151	1602	2536	2995	448	1811	736	3289	1039	1409	841
2007	11270	483	4573	6215	4233	168	1585	2480	2970	493	1772	704	3307	1145	1370	792
2008	11004	525	4467	6012	4177	185	1568	2424	2944	538	1734	672	3325	1251	1331	742
2009	10574	503	4219	5852	4049	185	1491	2373	2865	544	1659	662	3272	1267	1271	734
2010	10145	482	3970	5693	3921	185	1415	2321	2785	549	1584	652	3219	1283	1211	725
2011	9715	460	3721	5534	3793	186	1338	2269	2706	554	1509	642	3166	1299	1151	716
2012	9286	438	3473	5374	3665	186	1261	2217	2626	560	1434	633	3113	1315	1091	707
2013	8856	417	3224	5215	3537	187	1185	2166	2547	565	1359	623	3060	1331	1031	698
2014	8639	393	3115	5131	3484	179	1154	2151	2519	535	1345	638	3059	1291	1025	742
2015	8422	370	3005	5047	3431	171	1124	2136	2490	506	1331	654	3057	1252	1020	785
2016	8206	347	2896	4962	3377	163	1094	2120	2462	476	1316	669	3056	1213	1014	828
2017	7989	324	2786	4878	3324	155	1063	2105	2433	447	1302	684	3054	1174	1009	872
2018	7772	301	2677	4794	3271	148	1033	2090	2405	417	1288	700	3053	1135	1003	915
2019	7568	292	2552	4724	3217	138	990	2089	2374	422	1247	706	3042	1150	972	921
2020	7363	283	2427	4654	3163	128	948	2087	2343	426	1205	712	3032	1164	940	928
2021	7159	273	2302	4583	3108	118	905	2085	2312	430	1164	718	3021	1179	908	934
2022	6954	264	2177	4513	3054	108	863	2084	2281	435	1123	724	3011	1194	876	940
2023	6750	254	2053	4443	3000	98	820	2082	2250	439	1082	729	3000	1209	845	947
2024	6750	254	2053	4443	3000	98	820	2082	2250	439	1082	729	3000	1209	845	947
2025	6750	254	2053	4443	3000	98	820	2082	2250	439	1082	729	3000	1209	845	947

Eigene Annahmen Öko-Institut

[40] Die angegebenen Daten für den Neubau der einzelnen Haustypen sind in der Datenbank von BASiS-2 zusätzlich differenziert nach Passivhäusern und Häusern nach Energieeinsparverordnung implementiert. Ihre Anteile an den, in der Tabelle aufgeführten, Werten ergeben sich aus den Szenarioannahmen zur Entwicklung des Anteils von Passivhäusern am Neubau (vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.6).

2.1.3 Exkurs: Umschlüsselung der BBR Prognosedaten auf Raumtypen

2.1.3.1 Problemstellung

Die Prognosedaten des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung (BBR) für die Entwicklung des Wohnungsneubaus[41] sind in Regionstypen untergliedert:

1. Agglomerationsräume,
2. verstädterte Räume,
3. ländliche Räume

Sie werden vom BBR auf Basis von Raumordnungsregionen als Prognose erhoben und zu den o.g. Regionstypen aggregiert. Damit haben die Prognosedaten des BBR eine andere Gliederung als die im Projekt bewusst gewählte Strukturierung, die folgende Raumtypen verwendet:

- Raumtyp I: Kernstädte
- Raumtyp II: erweiterte suburbane Räume
- Raumtyp III: ländliche Räume

Als Beispiel für die vorliegende Problematik sei die Raumordnungsregion „Starkenburg“ aufgeführt:

Die Raumordnungsregion Starkenburg zählt zum BBR-Regionstyp „Agglomerationsraum“ und setzt sich aus der Stadt Darmstadt und ihrem Umland (4 Landkreise) zusammen. Diese Raumordnungsregion besteht aus verschiedenen Kreistypen, die wiederum den unterschiedlichen Raumtypen nach BASiS-2 zugeordnet werden können (vgl. Tabelle 2.14).

Da keine Prognosedaten für den Wohnungsneubau auf Kreistypebene vorliegen, musste - im Sinne der Projektziele - ein Näherungsverfahren zur Umschlüsselung der auf Regionstypenebene vorliegenden BBR-Prognosedaten auf die in BASiS-2 maßgebliche Raumtypebene entwickelt werden, dessen Vorgehensweise in der nachfolgenden Abbildung schematisch dargestellt ist.

[41] Die Prognosedaten (BBR/IÖR 2001) von 2001 bis 2015 des BBR sind untergliedert in ABL, NBL – Ein- bis Zweifamilienhäuser (EFH), Mehrfamilienhäuser (MFH) sowie den drei Regionstypen.

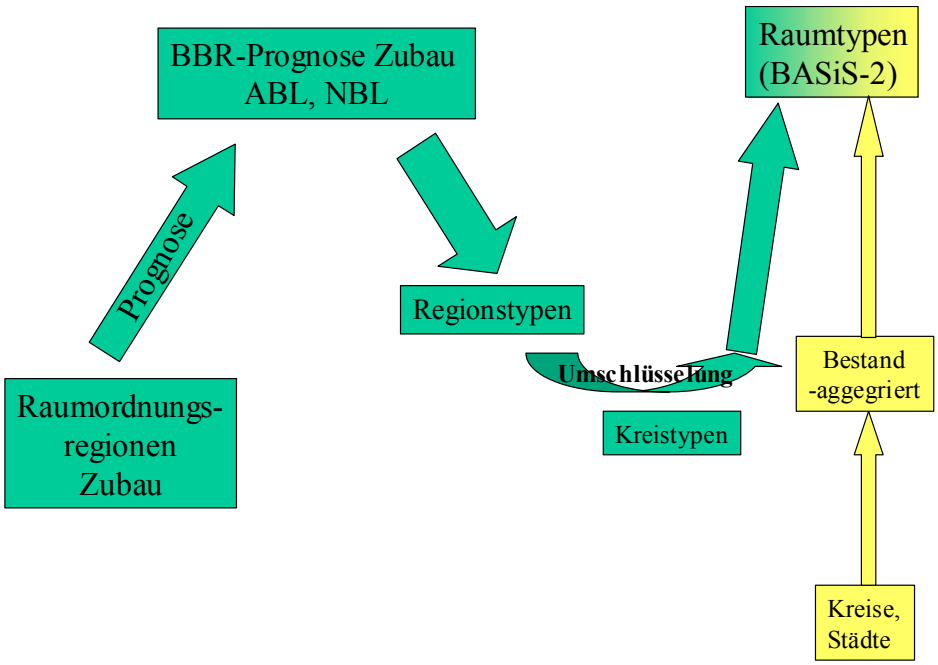


Abbildung 2.1 Vorgehensweise zur Umschlüsselung der BBR-Prognose-Daten

Abbildung 2.1 verdeutlicht, dass die Prognosedaten der BBR, die unterteilt in Regionstypen vorliegen, zunächst in eine Unterteilung nach Kreistypen überführt werden müssen.[42]

Danach kann eine Zuordnung zu den entsprechenden BASiS-2-Raumtypen erfolgen, wobei der in der folgenden Tabelle aufgeführte Zuordnungsschlüssel verwendet wird.

[42] Die rechte Seite der Abbildung (Kreise/Städte zu Bestand-aggregiert zu Raumtypen (BASiS-2) illustriert die Vorgehensweise für den Wohnungsbestand und ist nur zur Übersicht aufgeführt. Diese Daten wurden durch die Arbeiten des IÖR im UBA-Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ für die Ebene der Raumtypen ermittelt (vgl. Abschnitt 1.1.5 dieses Anhangbandes). Die nachfolgenden Ausführungen zur Umschlüsselung in diesem Kapitel beziehen sich ausschließlich auf den Wohnungsneubau (der Begriff Zubau wird synonym verwendet).

Tabelle 2.14 Zuordnung der BBR-Regions- und Kreistypen zu den Raumtypen nach BASiS-2

BBR-Regionstyp/Kreistyp	BASiS-2-Raumtyp
Agglomerationsräume	
Kernstadt 1	I
Hochv. Kreis 2	II
Verdicht. Kreis 3	II
Ländl. Kreis 4	II
Verstädterte Räume	
Kernstadt 5	I
Verd. Kreis 6	II
Ländl. Kreis 7	III
Ländliche Räume	
Ländl. Kreis höh. Dichte 8	III
Ländl. Kreis ger. Dichte 9	III

Für die notwendige Umschlüsselung sind viele Grundlagendaten nicht bzw. nicht in der notwendigen Untergliederung (Kreistypen) oder nur unter erheblichem zusätzlichen Arbeitsaufwand verfügbar. Daher muss die Umschlüsselung auf Basis der vorliegenden Daten erfolgen.

Eine Zuordnung des Zubaus von den Regionstypen auf die Raumtypen könnte auf Basis der letzten verfügbaren Baustatistiken (2001) erfolgen. Ein erster Vergleich der Statistiken mit den BBR-Prognosen zeigt jedoch, dass den BBR-Prognosen ein deutlich anderes Verteilungsmuster zugrunde liegt. Hierfür sind Besonderheiten im Wohnungsbau Ende der 90-ziger Jahre[43] verantwortlich, die nicht auf den Prognosezeitraum bis 2015 übertragen werden dürfen.

Ein weiterer Ansatz wäre eine pauschale Verteilung des Zubaus über die jeweiligen Bevölkerungsanteile. Dieser Ansatz würde allerdings dem zentralen Erkenntnisinteresse der BBR-Prognose widersprechen, welche die Entwicklung der Wohnbevölkerung zwischen ABL und NBL sowie zwischen den Regionstypen berücksichtigt.

Weiterhin würden die Wanderungsbewegungen innerhalb der Regionstypen hierbei jedoch nicht betrachtet. Gerade diese Bewegung („Zug ins Grüne“) interessiert jedoch insbesondere im BASiS- Projekt.

[43] Der Wohnungsneubau in den 90-ziger Jahren zeichnete sich sowohl in den ABL als auch in den NBL durch besondere Dynamiken aus. In den ABL war in Folge der Wohnungsnot Anfang der Neunziger Jahre bis 1995 ein starker Anstieg der Wohnungsfertigstellungen zu verzeichnen. Anschließend fielen die Zahlen durch die zunehmende Bedarfsdeckung vor allem für den Teilbereich der Mehrfamilienhäuser wieder stark ab. In den NBL war nach der Wiedervereinigung (1990) bis 1997 ebenfalls ein starker Anstieg der Wohnungsfertigstellungen zu verzeichnen. Ab 1997 sind auch in den NBL drastische Rückgänge in den Zahlen für den Zubau an Wohnungen (vor allem bei Mehrfamilienhäusern) festzustellen (vgl. Abschnitt 5.1 des Endberichtes).

Daher wird im folgenden ein Ansatz entwickelt, der die Wanderungsbewegung innerhalb der Regionstypen berücksichtigt.

2.1.3.2 Entwicklung des Umschlüsselungsverfahren

Zuerst muss für das eigene Verfahren beachtet werden, dass die herangezogenen Datensätze die Methodik der BBR-Prognose abdecken. Die Prognose des Wohnungszubaus nach BBR setzt sich aus dem Wohnungszuwachs (Wohnungszubau, der durch Bevölkerungs- und Haushaltsdynamiken hervorgerufen wird) und dem Ersatzbedarf (Ausgleich von Abriss, Umwidmung etc.) zusammen:

$$\text{Zubau} = \text{Zuwachs} + \text{Ersatz}$$

Das im folgenden aufgeführte Näherungsverfahren setzt auf dieser Methodik auf - die Umschlüsselung wird dabei unter folgenden Randbedingungen vorgenommen:

1. Sie erfolgt für den 15-Jahrezeitraum 2001-2015[44] der Prognose insgesamt.
2. Alte und Neue Bundesländer werden wie in der BBR-Prognose getrennt bearbeitet.
3. Die Bevölkerungsprognose der BBR (Stützzeitpunkte 2000 und 2015)[45] wird übernommen.
4. Der gesamte Zubau an Wohneinheiten wird in Ersatz[46] und Zuwachs aufgeteilt.
5. Die Zubauquote wird als Verhältnis von Zubau[47] zu Bestand für ABL und NBL dargestellt[48].
6. Vereinfacht gilt die Zubauquote (Summe Ersatzquote + Zuwachsquote, differenziert nach ABL, NBL) für alle jeweiligen Regionstypen (siehe Fussnote 53).
7. Aufgrund fehlender Daten muss für das Umschlüsselungsverfahren mit vorliegenden Bevölkerungsdaten, anstatt mit Haushaltsdaten gearbeitet werden.

Der erste wesentliche Schritt in der Aufarbeitung der BBR-Daten ist die Untergliederung des Zubaus in Ersatz und Zuwachs:

Ersatz: Für den Ersatzneubau[49] wird unterstellt, dass dieser primär den Verlust von verlorenem Wohnraum bedienen muss. Der einem Regionstyp zugeordnete Ersatz

---

[44] Da der Szenariozeitraum im UBA-Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ bis zum Jahr 2025 reicht, werden die Prognosedaten der BBR (BBR/IÖR 2001) des letzten Jahrfünfts (2011-2015) unverändert bis 2025 fortgeschrieben (vgl. Endbericht, Abschnitt 5.2.1)

[45] Bevölkerungsanteile der Kreistypen in den jeweiligen Regionstypen (vgl. Tabelle 2.17 und Tabelle 2.18). Die entsprechenden Werte lagen nur für das Jahr 1998 vor (BBR 2001b) und wurden hier für das Jahr 2000 übernommen. Die Abweichungen können aufgrund des kurzen Zeitabstands als vernachlässigbar eingestuft werden. Die entsprechenden Werte für 2015 wurden (BBR 1999a) entnommen.

[46] Für den Ersatz an Wohneinheiten durch Abriss, Umwidmung etc. wird die in der BBR-Prognose pauschaliert vorliegende Abschätzung, differenziert nach ABL und NBL, übernommen.

[47] Der Zubau (in Wohneinheiten - WE - absolut) liegt nach (BBR/IÖR 2001) nur in der Gliederung der Regionstypen vor.

[48] Vgl. Tabelle 2.19 und Tabelle 2.20.

wird auf die Kreistypen entsprechend der Bevölkerung verteilt, als Maßgabe wird die Bevölkerung im Jahr 2015 angesetzt.

Tabelle 2.15 Erläuterung der Begriffe

Größe	Erklärung
Ersatz, Ersatzbedarf	Neubau an Wohneinheiten[50], der zur Deckung des abgängigen Bestandes an Wohneinheiten (nicht unbedingt physische Wohnfläche) dient.
Ersatzquote	Ersatz an Wohneinheiten in Relation zum Bestand im Jahr 2000.
Wachstumsquote	Verhältnis der Wohneinheiten im Jahr 2015 zu Wohneinheiten im Jahr 2000 (= 1+ Zuwachsquote)
Zubau	Neubau an Wohneinheiten[51], der Zubau fasst Zuwachs und Ersatz zusammen.
Zubauquote	Neubau an Wohneinheiten in Relation zum Bestand im Jahr 2000.
Zuwachs	Neubau an Wohneinheiten[52] abzüglich des Ersatzbedarfes (s.o.).
Zuwachsquote	Neubau an Wohneinheiten durch Zuwachs in Relation zum Bestand im Jahr 2000.
Zuweisungsquote	Anteil eines Kreistyps am Zuwachs des dazugehörigen Regionstyps.

Zuwachs: Nach Abzug des Ersatzes vom Zubau verbleibt der Zuwachs an Wohneinheiten. Die Zuwachsquote (Verhältnis von Zuwachs zu Bestand im Basisjahr 2000) wird nur jeweils für das alte und neue Bundesgebiet insgesamt bestimmt, da u.a. die Ersatzquote seitens der BBR ebenfalls nur auf Ebene ABL/NBL vorliegt. Die Zuwachsquote wird demnach für die drei Regionstypen der BBR als gleich[53] angesetzt, jedoch unterschiedlich auf die nächste Gliederungsebene (Kreistypen) verteilt. Ziel dieser Differenzierung ist es, die für dieses Projekt wichtigen Wanderungsbewegungen („Zug ins Grüne“) abzuschätzen. Die Aufteilung des Zuwachs an Wohneinheiten von Regionstypen auf Kreistypen (über Zuweisungsquote, vgl. Definition) berücksichtigt damit bewusst nur die Stadt – Land Wanderung, nicht aber die Wanderungsbewegungen zwischen Großräumen (Gegenstand der BBR-Prognose).

[49] Die von Wohnungsbauprognostikern abgeschätzten Ersatzquoten basieren auf den in Wohnungsbestandszählungen gemachten Erfahrungen, das bei Gesamterhebungen weniger Wohnungen gezählt werden als es aus den vorherigen Bestandszählungen und der jährlich fortgeschriebenen Statistik zu erwarten gewesen wäre.

[50] Ohne Neubau an Wohneinheiten durch Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden.

[51] Vgl. Fußnote 50.

[52] Vgl. Fußnote 50.

[53] Die Zubauquote wäre differenziert für die Regionstypen ermittelbar, jedoch unter hohem Aufwand zur Aggregation des Bestandes. Die differenzierte Zuwachsquote würde nur zielführend sein, wenn eine differenzierte Ersatzquote je Regionstyp vorliegen würde (Vermeidung von Scheingenauigkeit).

Tabelle 2.16 Übersicht der Abkürzungen

Abkürzung	Definition
$WE_{2015,Index}$	Bestand an Wohneinheiten im Jahr 2015 je geographischer Einheit
$WE_{2000,Index}$	Bestand an Wohneinheiten im Jahr 2000 je geographischer Einheit
$B_{2015,Index}$	Bevölkerung im Jahr 2015 je geographischer Einheit
$B_{2000,Index}$	Bevölkerung im Jahr 2000 je geographischer Einheit
Index Kreis, Region	Gleichung gilt für Kreistypen und Summe von Kreistypen (eines Regionstyp)
Zwe_{Index}	Zuwachs an Wohneinheiten zwischen 2000 und 2015 –absolut
$b_{Jahr,Kreis}$	Anteil der Bevölkerung eines Kreistyps ($B_{Jahr,Kreis}$) an der Bevölkerung des Regionstyps ($B_{Jahr,Region}$) für das Index Jahr
$Index_{Kreis}$	Index der Kreistypen
$Index_{Region}$	Index der Regionstypen
Wachstumquote	Verhältnis der Wohneinheiten im Jahr 2015 zu Wohneinheiten im Jahr 2000 (= 1+ Zuwachsquote), Zahlenwert auf Regionstypsebene gegeben.
A_{MFHs}	Anteil der Mehrfamilienhäuser des Bestandes am Gesamtbestand eines Kreistyps (Wohneinheiten), übertragen aus Daten zu Raumtypen
Y_{Kreis}	Die Größe Y_{Kreis} (Zuwachsanteil) drückt den Kreistypanteil an der Zuwachsquote aus. Die Summe aller Y_{Kreis} in einem Regionstyp ist gleich der Zuwachsquote
A_{EFHs}	Anteil der Einfamilienhäuser des Bestandes am Gesamtbestand eines Kreistyps (Wohneinheiten), übertragen aus Daten zu Raumtypen
$Z_{Zuwachs,Kreis}$	Zuweisungsquote des Zuwachses: Anteil eines Kreistyps am Zuwachs des dazugehörigen Regionstyps
$Z_{Ersatz,Kreis}$	Zuweisungsquote des Ersatzbedarfes: Anteil des Ersatzbedarfes eines Kreistyps an seinem Regionstyp
$Z_{Zubau,Kreis}$	Zuweisungsquote des Zubaus: Anteil des Zubaus eines Kreistyps an seinem Regionstyp; Summe der Zuweisungsquote aus Zuwachs und Ersatz

2.1.3.3 Detailbeschreibung

Ziel des Verfahrens ist die Aufteilung der regionstypspezifischen Zuwächse an Wohneinheiten auf die verbundenen Kreistypebenen. Diese Aufteilung wird als Zuweisungsquote bezeichnet. Hierbei ist zu beachten, dass nur ein eingeschränkter Satz an Daten zur Verfügung stand. Folgende Größen waren bekannt:

1. Zuwachsquote bzw. Wachstumsquote zwischen 2000 und 2015 auf Regionstypsebene.
2. Bevölkerungsanteile der Kreistypen an dem Regionstyp für 2000 und 2015.

Zur Ermittlung der gesuchten Zuweisungsquoten sind Vereinfachungen notwendig. Zusätzlich zu den im vorherigen Unterkapitel gemachten Annahmen, wird der Zuwachs an Wohneinheiten entsprechend dem Bevölkerungsanteil und der innerregionalen Wanderung vom Regionstyp auf die Kreistypen verteilt.

Die Treibergröße für den Zuwachs in den Kreistypen ist die Bevölkerungsveränderung zwischen den Kreistypen innerhalb der Regionstypen

In einen Kreistyp kann der Bevölkerungsanteil bezogen auf den Regionstyp zu- oder abnehmen. Eine überproportionale Zuweisung an Wohneinheiten bezogen auf den Bevölkerungsanteil im Ausgangsjahr 2000 würde ein Kreistyp beziehen, der einen relativen Bevölkerungszuwachs aufweist. Umgekehrt würde ein anderer Kreistyp eine unterproportionale Zuweisung an Wohneinheiten bezogen auf den Bevölkerungsanteil im Ausgangsjahr 2000 beziehen, der einen relativen Bevölkerungsrückgang aufweist[54].

Für die jeweiligen Regionstypen und alle zugeordneten Kreistypen muss als Ansatz für das Umschlüsselungsverfahren vereinfachend gleichermaßen gelten:

$$\left(\frac{WE_{2015}}{B_{2015}}\right)_{Kreis,\mathrm{Re}gion} = Wachstumsquote \times \left(\frac{WE_{2000}}{B_{2000}}\right)_{Kreis,\mathrm{Re}gion} \quad (1)$$

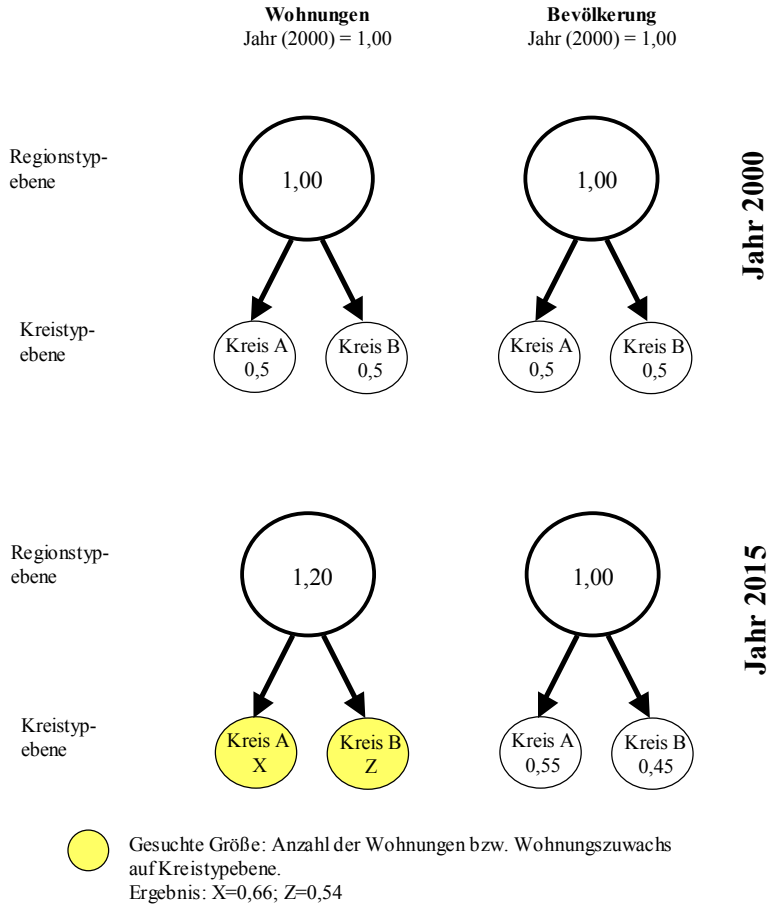
Für die Regionstypen stellt die Gl. (1) unter der Festlegung, dass die Bevölkerung konstant ist ($B_{2000} = B_{2015}$), die Definition der Wachstumsquote als Verhältnis der Wohneinheiten (WE) im Jahr 2015 und 2000 dar. Für die Kreistypen gilt diese Vereinfachung nicht. Von Kreistyp zu Kreistyp kann sowohl die Bevölkerungsentwicklung als auch der Wohnungszuwachs variieren. Für die Kreistypen zeigt die Gleichung (1), dass die Wohnraumversorgung der Bevölkerung im jeweiligen Kreistyp (WE/B) ebenso wie in dem dazugehörigen Regionstyp den gleichen Anstieg aufweisen soll. Ist die Wohnungsversorgung der Bevölkerung im Jahr 2000 gleich

[54] Trotz eines relativen Bevölkerungsrückgangs muss mit einem Zuwachs an Wohneinheiten auch in diesem Kreistyp gerechnet werden. Die Gründe können in einer absoluten Bevölkerungszunahme und / oder einer Abnahme der Anzahl der Personen je Wohneinheit liegen.

0,5 (2 Personen pro Wohneinheit) und wird eine Zuwachsquote von 20 % (d.h eine Wachstumsquote von 120 % bzw. 1,2) prognostiziert, so ergibt sich für 2015 eine Wohnungsversorgung von 0,6.

Diese Annahme wird in der folgenden Graphik an einem fiktiven Beispiel illustriert. Es wird analog zu den vorhandenen Daten die Bevölkerungsverteilung wie die Wohnraumverteilung in den Jahren 2000 und 2015 für einen Regionstyp und zwei Kreistypen A und B dargestellt. Statt der absoluten Zahlen werden hier die Anteile bezogen auf das Jahr 2000 wiedergegeben. Im Jahr 2000 ist die Regionstypbevölkerung 1,0. Sie verteilt sich zu je 0,5 auf zwei beispielhafte Kreistypen. Die Verteilung der Wohneinheiten weist eine spiegelbildliche Verteilung auf. Im Jahr 2015 ist die Bevölkerung auf Regionstypebene gleichgeblieben: 1,0. Es hat jedoch eine Verschiebung von Kreistyp B zu Kreistyp A stattgefunden. Beispielhaft soll diese Verschiebung einen Zug ins Umland („Zug ins Grüne“) illustrieren. Zusätzlich ist bekannt, dass die Anzahl der Wohneinheiten sich im Regionstyp von 1,0 auf 1,2 (Basis 2000) erhöhen soll. Hier stellt sich jetzt die Frage, wie sich der Zuwachs an Wohneinheiten auf die Kreistypen A und B verteilt.

Abbildung 2.2 Umschlüsselungsprinzip



Unter den oben genannten Bedingungen der Gleichverteilung der pro-Kopf Wohneinheiten können die Anteile X der Wohneinheiten im Kreistyp A sofort aus dem Anstieg der Wohnbevölkerung auf 0,55 Anteil und dem Wachstum der Wohneinheiten auf Regionstypebene von 1,0 auf 1,2 als

$1{,}2 \times 0{,}55 = 0{,}66$ Beispiel (1)

und für den Kreistyp B zu 0,54 berechnet werden.

Dieser Berechnung liegt allerdings eine Vereinfachung zur Grunde. Es geht davon aus, dass eine Gleichverteilung von Bevölkerung und Wohneinheiten im Jahr 2000 in den Kreistypen wie im Regionstyp existiert (Kreistyp A hat im Jahr 2000 den gleichen Anteil an Bevölkerung und Wohnungen.) Im Realfall trifft dies nicht zu.

Um ausschließlich Primärdaten der BBR zu nutzen, soll das Beispiel (1) nicht auf die Anzahl der WE's im Jahr 2015 abstellen, sondern den Zuwachs in den Kreistypen darstellen. Der Zuwachs an WE (Zuwachsanteile[55]) ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Anteil an WE im Jahr 2015 und dem Jahr 2000:

$\text{Zuwachsanteil}_{\text{Kreis}} = 0{,}66 - 0{,}5 = 0{,}16$ **Beispiel (2)**

Detailliert aus den vorliegenden Daten nach dem obigen Beispiel ausformuliert erhält man

$$\text{Zuwachsanteil}_{\text{Kreis}} = \mathbf{1{,}2}\ (\text{Wachstumsquote})\ \mathbf{\times\ 0{,}55}\ (\text{Anteil } B_{2015})$$
$$\mathbf{-\ 1{,}0}\ (\text{Bestand}_{2000})\ \mathbf{\times\ 0{,}5}\ (\text{Anteil } B_{2000}) = \mathbf{0{,}16}$$ **Beispiel (3)**

Der Term „Bestand_{2000}" wurde aus Konsistenzgründen eingefügt und beschreibt eine Wachstumsquote von eins für den Bestand im Jahr 2000. Substituiert man die Wachstumsquote durch die Zuwachsquote erhält man folgende Beispielgleichung:

$$\text{Zuwachsanteil}_{\text{Kreis}} = \mathbf{0{,}2}\ (\text{Zuwachsquote})\ \mathbf{\times\ 0{,}55}\ (\text{Anteil } B_{2015})$$
$$\mathbf{+\ 1{,}0}\ (\text{Bestand}_{2000})\ \mathbf{\times\ [0{,}55}\ (\text{Anteil } B_{2015})\ \mathbf{-\ 0{,}5}\ (\text{Anteil } B_{2000})] = 0{,}16$$ **Beispiel (4)**

Beispiel (4) zeigt zwei Anteile. Im ersten Term wird der Zuwachs aufgrund des regionstypischen Wachstums an WE, im zweiten Term wird der Zuwachs durch das

[55] Zuwachsanteile des Kreistyps (hier: 0,16) an der Zuwachsquote des Regionstyps (hier 0,2), im folgenden Y_{Kreis} genannt.

relative Bevölkerungswachstum im Kreistyp berechnet. Das Ergebnis von 0,16 entspricht dem Anteil an der Zuwachsquote des Regionstyps von 0,2.

Das vereinfachte Beispiel (3) kann allgemein mit den Bevölkerungsanteilen b_{2000} und b_{2015} formuliert werden:

$$Y_{Kreis} = \left(\frac{WE_{2015}}{WE_{2000}} \right)_{\mathrm{Re}\,gion} \times b_{2015,Kreis} - \left(\frac{WE_{2000}}{WE_{2000}} \right) \times b_{2000,Kreis} \tag{2}$$

Die Größe Y_{Kreis} drückt den Kreistypanteil an der Zuwachsquote des Regionstyps aus.

$$Y_{Kreis} = \left(\frac{WE_{2015} - WE_{2000}}{WE_{2000}} \right)_{Kreis} \tag{3}$$

In der Gleichung (2) entspricht der Term $(WE_{2015} / WE_{2000})_{Region}$ der Wachstumsquote, der Term (WE_{2000} / WE_{2000}) ist eins:

$$Y_{Kreis} = Wachstumsquote \times b_{2015,Kreis} - b_{2000,Kreis} \tag{4}$$

In der Gleichung (4) sind alle Terme außer Y bekannt. Das Verhältnis von Y_{Kreis} eines Kreistyps zur Summe aller Y_{Kreis} (identisch mit Y_{Region}) führt zur Zuweisungsquote (Gleichung (5)). Das Produkt aus der Zahl des absoluten Wohnungszuwachses eines Regionstyps (bekannt) und der Zuweisungsquote ($Z_{Zuwachs}$) eines Kreistyps ergibt den absoluten Wohnungszuwachs eines Kreistyps, d.h. die gesuchte Größe.

$$Z_{Zuwachs,Kreis} = \frac{Y_{Kreis}}{\sum Y_{Kreis}} \tag{5}$$

Die obigen Formeln können zur Berechnung der Zuweisungsquote genutzt werden, wenn die Wohnraumversorgung pro Kopf der Bevölkerung (bzw. der Kehrwert) in den Kreistypen ähnlich strukturiert ist, d.h. beide nahe gleich groß sind. Mit der entwickelten Näherungsformel können nun alle vorliegenden Regionstypdaten auf die BASiS-Raumtypen umgerechnet werden.

Eine Herleitung der Gleichung (2) bis (5) im Detail und die zur Herleitung notwendigen Einschränkungen sind am Ende dieses Kapitels zu finden.

Beispiel:

Mit der Formel (4) kann zum Beispiel für die Kernstadt 1 / ABL (Bevölkerungsanteil 0,429 im Jahr 2000[56] und 0,416 im Jahr 2015, siehe Tabelle 2.17), bei einer Wachstumsquote von 1,093 (Tabelle 2.19) Y in Gleichung (4) berechnet werden:

$$Y_{Kreis} = 1{,}093 \times 0{,}416 - 0{,}429 = 0{,}026 \qquad \text{Beispiel (5)}$$

Der Wert für Y_{Kreis} (Zuwachsanteil des Kreistyps an der Zuwachsquote des Regionstyps) beträgt damit im Beispiel 0,026. Für alle in diesem Regionstyp vorhanden Kreistypen beträgt die Summe aller Y 0,093. Damit ergibt sich für die Zuweisungsquote:

$$Z_{Zuwachs,Kernstadt1} = \frac{0{,}026}{0{,}093} = 0{,}278 \qquad \text{Beispiel (6)}$$

Die Zuweisungsquote für die Kernstadt 1 / ABL beträgt 27,8 %, d.h. vom Zuwachs des Regionstyps entfallen 27,8 % auf die Kernstadt 1 / ABL. Sie weist aufgrund der Bevölkerungsabnahme eine unterproportionale Zuweisungsquote (Bevölkerungsanteil am Regionstyp in 2000 = 42,9 %) auf. Die weiteren Daten sind in Tabelle 2.17 und Tabelle 2.19 dokumentiert.

2.1.3.4 Ergebnisse der Umschlüsselung

Die Ausgangsdaten der Bevölkerung zur Berechnung sind in den folgenden Tabellen dokumentiert. Die Bevölkerung 2000 wird durch die Bevölkerung 1998 angenähert.

[56] Die vorhandenen Daten für die Bevölkerungsanteile im Jahr 1998 wurden für das Jahr 2000 übernommen.

Tabelle 2.17 Bevölkerung 1998 und Bevölkerungsanteile der Kreistypen an den Regionstypen in 1998 und 2015 (ABL)

		Bevölkerung		
		1998		***2015***
ABL		Abs.in 1.000	Anteil (%)	Anteil (%)
Kernstadt 1		14842	42,9	41,6
Hochv. Kreis 2		12751	36,8	37,0
Verdicht. Kreis 3		5530	16,0	16,8
Ländl. Kreis 4		1483	4,3	4,6
Agglomerationsräume		34606	100	100
Kernstadt 5		3410	15,0	14,7
Verd. Kreis 6		13288	58,3	58,2
Ländl. Kreis 7		6099	26,8	27,1
Verstädterte Räume		22797	100	100
Ländl. Kreis höh. Dichte 8		5057	70,0	70,1
Ländl. Kreis ger. Dichte 9		2162	30,0	29,9
Ländliche Räume		7220	100	100

(BBR 1999a), (BBR 2001b)

Für die Alten Bundesländer wird eine Zubauquote an Wohneinheiten von 13,8 % des Bestandes prognostiziert (vgl. Tabelle 2.19). Nach Abzug der Ersatzquote[57] von 4,5 % verbleibt auf der Regionstypebene eine Zuwachsquote von 9,3 %. In der Bevölkerungsprognose zeigen sich Verschiebungen, die ein Gutteil des Zuwachses ausmachen. So verliert die Kernstadt 1 / ABL im Agglomerationsraum 1,3 %-Punkte oder ca. 3 % relativen Bevölkerungsanteil.

Für die Neuen Bundesländer sind die Veränderungen noch relevanter(vgl. Tabelle 2.18. und Tabelle 2.20) Die Zubauquote beträgt 10,5 % in dem 15-jährigem Prognosezeitraum. Die Ersatzquote wird mit 7,5 % deutlich höher von der BBR angesetzt. Damit resultiert eine Zuwachsquote auf der Regionstypebene von 3,0 %.

Als Besonderheit sei darauf hingewiesen, dass in der Kernstadt 5 / NBL eine deutliche (ca.10 %) Verringerung des relativen Bevölkerungsanteils stattfindet (vgl. Fußnote 59).

[57] BBR-Prognose für ABL: 0,3 % pro Jahr (NBL: 0,5 %/a) des Bestandes 2000, konstant über 15 Jahre, insgesamt 4,5 % (7,5 % für NBL).

Tabelle 2.18 Bevölkerung 1998 und Bevölkerungsanteile der Kreistypen an den Regionstypen in 1998 und 2015 (NBL)

	Bevölkerung		
	1998		***2015***
NBL	Abs.in 1.000	Anteil (%)	Anteil (%)
Kernstadt 1	4671	57,1	56,1
Hochv. Kreis 2	250	3,1	3,0
Verdicht. Kreis 3	1387	17,0	17,0
Ländl. Kreis 4	1867	22,8	23,9
Agglomerationsräume	8174	100	100
Kernstadt 5	1340	23,3	21,3
Verd. Kreis 6	2249	39,2	39,4
Ländl. Kreis 7	2152	37,5	39,3
Verstädterte Räume	5741	100	100
Ländl. Kreis höh. Dichte 8	1409	40,3	39,5
Ländl. Kreis ger. Dichte 9	2091	59,7	60,5
Ländliche Räume	3500	100	100

(BBR 1999a), (BBR 2001b)

Mit den abgeleiteten Formeln für Ersatz und Zuwachs und den dokumentierten Daten wurden ausgehend von den Daten der Regionstypen die gesuchten Zuweisungsquoten auf Kreistypebene berechnet. Die folgende Tabelle 2.19 zeigt die Zuordnung des Neubaus für die ABL. Für alle Regionstypen der ABL sind jeweils von der Zubauquote (13,8 %-Punkte) 4,5 %-Punkte der Ersatzquote und 9,3 %-Punkte der Zuwachsquote zugeschrieben. Die ermittelten Zuweisungsquoten für Ersatz und Zuwachs auf Kreisttypebene werden entsprechend ihrem relativen Anteil (z.B. Ersatz 4,5/13,8) zu einer Zuweisungsquote für den gesamten Zubau auf Kreistypebene zusammengefasst[58]:

$$Z_{Zubau,Kreis} = Z_{Zuwachs,Kreis} \frac{Z_{Zuwachs,Region}}{Z_{Zubau,Region}} + Z_{Ersatz,Kreis} \frac{Z_{Ersatz,Region}}{Z_{Zubau,Region}} \quad (6)$$

[58] Vgl. Beispiel (7)

Tabelle 2.19 Zuweisungsquoten (Zubau, Ersatz und Zuwachs) auf die Kreistypen innerhalb der Regionstypen (ABL)

		Zuweisungsquoten für		
		Ersatzquote (4,5 %)	Zuwachsquote (9,3 %)	Zubauquote (13,8 %)
ABL		%	%	%
Kernstadt 1		41,6	27,8	32,3
Hochv. Kreis 2		37,0	38,6	38,1
Verdicht. Kreis 3		16,8	25,6	22,7
Ländl. Kreis 4		4,6	8,0	6,9
Agglomerationsräume		100	100	100
Kernstadt 5		14,7	11,9	12,8
Verd. Kreis 6		58,2	57,3	57,6
Ländl. Kreis 7		27,1	30,8	29,6
Verstädterte Räume		100	100	100
Ländl. Kreis höh. Dichte 8		70,1	70,6	70,5
Ländl. Kreis ger. Dichte 9		29,9	29,4	29,5
Ländliche Räume		100	100	100

Daten für Kreistypen: Eigene Umschlüsselung des Öko-Instituts aus Daten für Regionstypen (BBR/IÖR 2001)

Die Berechnung der Zuweisungsquote für den Zubau in der obigen Tabelle für die Kernstadt 1 / ABL kann beispielhaft mit den in der Tabelle aufgeführten Zahlen und der Gleichung (6) durchgeführt werden:

$$Z_{Zubau,Kreis} = 0,323 = 0,278 \frac{0,093}{0,138} + 0,416 \frac{0,045}{0,138} \quad \text{Beispiel (7)}$$

Der Kernstadt wird entsprechend dem Bevölkerungsanteil eine Quote von 41,6 % des im Agglomerationsraum getätigten Ersatzes zugeordnet.

Der Zuwachs berücksichtigt hingegen den Bevölkerungsverlust und die Zuweisungsquote beträgt daher nur 27,8 %. Gewichtet nach Gleichung (6), siehe Beispiel (7), wird der Kernstadt 1 / ABL insgesamt ein Anteil von 32,3 % des im Agglomerationsraum getätigten Zubaus zugewiesen, da der Kreistyp Bevölkerungsanteile an das Umland verliert. Die Kernstadt 1 / ABL wird damit unterproportional zu ihrem Bevölkerungsanteil mit Zubau versorgt.

Der Ländliche Kreis 4 / ABL im Agglomerationsraum weist hingegen einen hohen Bevölkerungszuwachs (vgl. Tabelle 2.17) und daher eine hohe Zuweisungsquote für den Zuwachs von 8 % auf. Insgesamt wird diesem Typ 6,9 % des Zubaus des Agglomerationsraumes zugewiesen (überproportionale Zuweisung an Wohneinheiten).

Tabelle 2.20 Zuweisungsquoten (Zubau, Ersatz und Zuwachs) auf die Kreistypen innerhalb der Regionstypen (NBL)

	Zuweisungsquoten für		
	Ersatzquote (7,5 %)	Zuwachsquote (3 %)	Zubauquote (10,5 %)
NBL	%	%	%
Kernstadt 1	56,1	22,2	46,3
Hochv. Kreis 2	3,0	1,1	2,4
Verdicht. Kreis 3	17,0	18,1	17,3
Ländl. Kreis 4	23,9	58,6	34,0
Agglomerationsräume	100	100	100
Kernstadt 5	21,3	0,0	15,1
Verd. Kreis 6	39,4	32,1	37,3
Ländl. Kreis 7	39,3	67,9	47,6
Verstädterte Räume	100	100	100
Ländl. Kreis höh. Dichte 8	39,5	14,7	32,3
Ländl. Kreis ger. Dichte 9	60,5	85,3	67,7
Ländliche Räume	100	100	100

Daten für Kreistypen: Eigene Umschlüsselung des Öko-Instituts aus Daten für Regionstypen (BBR/IÖR 2001)

Für die NBL sind die Auswirkungen der Veränderung der Bevölkerungsverteilung im Zuwachs sehr deutlich. Da der Zuwachs im Gegensatz zum Ersatz in den NBL jedoch weniger ausgeprägt ist, ist der Einfluss auf die Summe (Zubau) begrenzt.

Für die Kernstadt-5 ergibt sich ein sehr deutlicher Bevölkerungsverlust. Zuwachs findet in diesem Kreistyp nicht statt[59].

2.1.3.5 Ergebnisse für EFH und MFH

Mit Hilfe des oben skizzierten Verfahrens können die Prognosedaten (BBR/IÖR 2001) gemäß den Regionstypen auf die differenzierteren Kreistypen aufgeschlüsselt werden. Da die Kreistypen eindeutig auf die Raumtypen (BASiS-2) aggregiert werden können, ist hiermit ein allgemeiner Zugang zur Umschlüsselung geschaffen worden.

Im nächsten Schritt sollen diese allgemeinen Umschlüsselungsfaktoren zu spezifischen Faktoren hinsichtlich der Ein- bis Zweifamilienhäuser (A_{EFH}) und der Mehrfamilienhäuser (A_{MFH}) spezifiziert werden.

[59] Für die Kernstadt-5 würde sich nach dem obigen Algorithmus ein „negativer Zuwachs“ ergeben. Der Zuwachs wird auf Null korrigiert.

Der Spezifizierung liegen dabei zwei Annahmen zugrunde:

1. Der Neubau (Ersatz und Zuwachs) orientiert sich an der gewachsenen Struktur des Bestandes, d.h. das Verhältnis von EFH zu MFH im Bestand kann auf den Zubau übertragen werden.
2. Das Verhältnis von EFH zu MFH im Bestand liegt nur auf der Ebene der Raumtypen[60] (BASiS-2) vor. Es wird angenommen, dass das Verhältnis auf der Ebene der Raumtypen auf das Verhältnis in den Kreistypen übertragen werden kann, wenn die Analyse und Auswertung[61] auf der aggregierten Raumtypen-Ebene erfolgt.

Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der EFH und MFH und ihre Anteile in den Raumtypen:

Tabelle 2.21 Bestand 2000 an EFH und MFH in Raumtypen und ABL und NBL

	EFH	MFH	A_{EFH}	A_{MFH}
ABL	Abs.	Abs	Anteil	Anteil
RT-I	2267669	8081188	0,22	0,78
RT-II	8290865	5591453	0,60	0,40
RT-III	3828739	1750281	0,69	0,31
NBL				
RT-I	240776	2039393	0,11	0,89
RT-II	1144351	1482758	0,44	0,56
RT-III	1213670	1309147	0,48	0,52

Um differenzierte Zuweisungsquoten des Zubaus ($Z_{Zubau,EFH}$, $Z_{Zubau,MFH}$) für Ein- bis Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser zu erhalten, werden die allgemeinen Zuweisungsquoten der 9 Kreistypen für den Zubau (vgl. Tabelle 2.19 und Tabelle 2.20) mit den jeweiligen Anteilen an EFH / MFH (A_{EFH}, A_{MFH}) des Bestandes multipliziert und innerhalb der drei Regionstypen der BBR jeweils auf 100 % bezogen.

Man hat damit spezifische Zuweisungsquoten für EFH und MFH erhalten, welche die Zuweisungsquote für eine der 9 Kreistypen bezogen auf den dazugehörigen BBR-Regionstyp wiedergibt.

[60] Die Daten auf Ebene der Raumtypen wurden vom IÖR aus den Daten der einzelnen diskreten Kreise aggregiert.

[61] Zur Berechnung ist es erforderlich, das Verhältnis auf der Ebene der 9 Kreistypen einzusetzen. Das Ergebnis der Rechnung wird jedoch nur auf der Ebene der drei Raumtypen benötigt (vgl Tabelle 2.26).

Die Berechnung der spezifischen Zuweisungsquote für EFH ist beispielhaft gegeben:

$$Z_{Zubau,EFH,Kreis} = \frac{Z_{Zubau,Kreis} \times A_{EFH,Kreis}}{\sum_{\text{Re}\,gionstyp} Z_{Zubau,Kreis} \times A_{EFH,Kreis}} \quad (7)$$

Für den Regionstyp „Ländliche Räume ABL“ wird die Berechnung der in Tabelle 2.24 dargestellten Ergebnisdaten beispielhaft gezeigt. Neben der Zuweisungsquote des Zubaus (Spalte (1)) werden die Anteile der MFH / EFH (Spalte (2), (3)) über die Raumtypen benötigt.

Tabelle 2.22 Zusammenstellung der Eingangsdaten für Gleichung (7), ABL.

Kreistypen		A_{MFH}	A_{EFH}	
	Tabelle 2.19	Tabelle 2.21	Tabelle 2.21	Kommentar
Spalte	(1)	(2)	(3)	
Ländl. Kreis höh. Dichte 8	0,705	0,31	0,69	(2),(3) RT-III
Ländl. Kreis gering. Dichte 9	0,295	0,31	0,69	(2),(3) RT-III

Tabelle 2.23 Berechnung des Ergebnis nach Gleichung (7), ABL.

Kreistypen	MFH	EFH		Zubau MFH	Zubau EFH
	(1)*(2)	(1)*(3)		(4)/(8)	(5)/(9)
Spalte	(4)	(5)		(6)	(7)
Ländl. Kreis höh. Dichte 8	0,22	0,49		70,5 %	70,5 %
Ländl. Kreis gering. Dichte 9	0,09	0,20		29,5 %	29,5 %
Spalte	(8)	(9)			
Summe	0,31	0,69		100 %	100 %

In Spalte (4) und (5) wird als Zwischenergebnis das Produkt aus Spalte (1) und (2) ausgewiesen. Spalte (8) und (9) zeigen die Summen. Spalte (6) und (7) zeigen das Ergebnis an, das aus dem Verhältnis von Spalte (4) bzw. (5) und Spalte (8) bzw. (9) gebildet wird. Da der Regionstyp nur aus diesen beiden Kreistypen besteht, muss die Summe über Spalte (6) und (7) jeweils 100 % ergeben.

In der nachfolgenden Tabelle wird für den Kreistyp „Kernstadt 1 / ABL“ eine Zuweisung von 48 % bezüglich des MFH Zubaus im BBR-Regionstyp „Agglomerationsräume“ ausgewiesen. Für die EFH fällt die Zuweisung mit ca. 15 % deutlich geringer aus. In diesen Quoten spiegelt sich der Bestand. In den Kernstädten werden überproportional mehr MFH gebaut im Vergleich zu den anderen Kreistypen des BBR-Regionstyps „Agglomerationsräume“.

Tabelle 2.24 Zuweisungsquoten des Zubaus für EFH und MFH auf Ebene der Kreistypen (ABL)

		Zuweisungsquoten des Zubaus	
		MFH	EFH
ABL		%	%
Kernstadt 1		48,0	14,9
Hochv. Kreis 2		29,3	47,9
Verdicht. Kreis 3		17,5	28,6
Ländl. Kreis 4		5,3	8,7
Agglomerationsräume		100	100
Kernstadt 5		23,6	4,9
Verd. Kreis 6		54,6	59,8
Ländl. Kreis 7		21,9	35,3
Verstädterte Räume		100	100
Ländl. Kreis höh. Dichte 8		70,5	70,5
Ländl. Kreis ger. Dichte 9		29,5	29,5
Ländliche Räume		100	100

Für die Neuen Bundesländer sind die Zuweisungen in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 2.25 Zuweisungsquoten des Zubaus für EFH und MFH auf Ebene der Kreistypen (NBL)

		Zuweisungsquoten des Zubaus	
		MFH	EFH
NBL		%	%
Kernstadt 1		57,7	17,3
Hochv. Kreis 2		1,9	3,8
Verdicht. Kreis 3		13,6	26,7
Ländl. Kreis 4		26,7	52,3
Agglomerationsräume		100	100
Kernstadt 5		22,8	3,9
Verd. Kreis 6		35,5	39,9
Ländl. Kreis 7		41,7	56,2
Verstädterte Räume		100	100
Ländl. Kreis höh. Dichte 8		32,3	32,3
Ländl. Kreis ger. Dichte 9		67,7	67,7
Ländliche Räume		100	100

Die Daten der Tabelle 2.24 und der Tabelle 2.25 mit den Zuweisungsquoten auf die Kreistypen sind in der folgenden Tabelle auf die Ebene der Raumtypen zusammengefasst:

Tabelle 2.26 Spezifische Zuweisungen für EFH und MFH zu den Raumtypen (BASiS) für den Zubau

	MFH			EFH		
	RT-I	RT-II	RT-III	RT-I	RT-II	RT-III
ABL						
Agglomerationsräume	0,48	0,52	0	0,15	0,85	0
Verstädterte Räume	0,24	0,55	0,22	0,05	0,60	0,35
Ländliche Räume	0	0	1	0	0	1
NBL						
Agglomerationsräume	0,58	0,42	0	0,17	0,83	0
Verstädterte Räume	0,23	0,36	0,42	0,04	0,40	0,56
Ländliche Räume	0	0	1	0	0	1

Für MFH weist die Tabelle z.B. für den BBR-Typ „Agglomerationsräume“ eine Zuweisung von 48 % zu dem Raumtyp I und von 52 % zu dem Raumtyp II aus.

2.1.3.6 Überprüfung der Umschlüsselungsroutine

Zur Überprüfung der Vorgehensweise wurde anhand von statistischen Daten aus dem Jahr 1998 (BBR 2001b) die Umschlüsselungsroutine getestet. In der Tabelle 2.27 sind folgende Informationen aufgeführt:

1. In Spalte (1) ist der Zubau an Wohneinheiten für die Regionstypen nach BBR aufgelistet.
2. In Spalte (2) wird aus Spalte (1) mit Hilfe des Umschlüsselungsverfahren aus Tabelle 2.24 der Zubau an Wohneinheiten in den Raumtypen nachgewiesen („Ableitung“). Dieses Verfahren entspricht dem Ziel des Umschlüsselungsverfahren.
3. In der Spalte (3) wird aus der BBR-Statistik (BBR 2001b) der Zubau an Wohneinheiten entsprechend der Gliederung der Raumtypen nachgewiesen. Für das Jahr 1998 sind Daten auf Kreistypebene verfügbar. Aus ihnen kann der Zubau an Wohneinheiten in Raumtypen addiert werden.

Im Vergleich der beiden rechten Spalten (Ableitung (2) und Statistik-BBR (3) zeigt sich die relativ gute Übereinstimmung.

Tabelle 2.27 Vergleich der Ergebnisse für Raumtypen: Ableitung durch Umschlüsselungsverfahren und statistische Daten für ABL im Jahr 1998

ABL			**ABL**		
	Statistik-BBR			Ableitung	Statistik-BBR
Spalte	(1)			(2)	(3)
Agglom.-räume			**RT I**		
davon 1-2 FH	72833		1-2 FH	15005	15173
davon 3+x FH	100167		3+x FH	62304	55727
Summe	173000		Summe	77308	70.900
Verstäd. Räume			**RT II**		
davon 1-2 FH	85439		1-2 FH	113069	113365
davon 3+x FH	60361		3+x FH	85021	91635
Summe	145800		Summe	198090	205.000
Ländl. Räume			**RT III**		
davon 1-2 FH	34272		1-2 FH	64470	64124
davon 3+x FH	14828		3+x FH	28032	27876
Summe	49100		Summe	92502	92.000
Summe ABL	**367900**			**367900**	**367.900**

Tabelle 2.28 Vergleich der Ergebnisse für Raumtypen: Ableitung durch Umschlüsselungsverfahren und statistische Daten für NBL im Jahr 1998

NBL			**NBL**		
	Stat-BBR			Ableitung	Stat-BBR
Agglom.-räume			**RT I**		
davon 1-2 FH	29245		1-2 FH abs.	5925	9095
davon 3+x FH	41055		3+x FH abs.	27581	33206
Summe	70300		Summe	33506	42.300
Verstäd. Räume			**RT II**		
davon 1-2 FH	22340		1-2 FH abs.	33102	30437
davon 3+x FH	17060		3+x FH abs.	23423	21064
Summe	39400		Summe	56525	51500
Ländl. Räume			**RT III**		
davon 1-2 FH	14082		1-2 FH abs.	26641	25024
davon 3+x FH	9118		3+x FH abs.	16228	14076
Summe	23200		Summe	42869	39100
Summe NBL	**132900**			**132900**	**132.900**

Für die NBL ist die mit dem Verfahren zu erzielende Annäherung im Vergleich mit den ABL weniger genau, aber gleichwohl ausreichend.

Hier kommen die stärkere Dynamik im Wohnungsbau in den NBL zum tragen.

Der Abgleich muss berücksichtigen, dass der Neubau in den NBL im Jahr 1998 Sonderfaktoren (Steuerrecht, kurzfristiger Nachholbedarf) unterlag.

Diese kurzfristigen Faktoren können nicht Gegenstand des Ableitungsverfahren sein. Sie sind auch nicht in die BBR-Prognose eingeflossen.

Das Ableitungsverfahren ist dynamisch in bezug auf die relativen Bevölkerungswanderungen für den Prognosezeitraum. Kurzfristige Effekte werden nicht berücksichtigt. Durch die traditionelle Übergewichtung von MFH im Bestand der NBL, insbesondere in ländlichen Räumen (Raumtyp III) (Effekt des zentral gelenkten Bauwesen der DDR), werden nach der Ableitung zuviel MFH in ländlichen Räumen ausgewiesen. Umgekehrt sind EFH im Raumtyp I unterrepräsentiert.

Die folgende Tabelle zeigt den Anteil der jeweiligen Haustypen am gesamten Zubau im Raumtyp:

Tabelle 2.29 Anteil (Prozent) der EFH und MFH an den gesamten Wohneinheiten: Vergleich der Daten aus Ableitung und Statistik (BBR 2001b) für ABL für das Jahr 1998.

BASiS-Raumtypen	EFH		MFH	
ABL	Ableitung	Stat-BBR	Ableitung	Stat-BBR
Raumtyp I	19,4	21,4	80,6	78,6
Raumtyp II	57,1	55,3	42,9	44,7
Raumtyp III	69,7	69,7	30,3	30,3
Mittelwert	52,3	52,2	47,6	47,8

Im Raumtyp I sind die EFH nur mit ca. 20 % der Wohneinheiten vertreten. Der Anteil steigt auf 57 % Raumtyp II) und 70 % (Raumtyp III). Umgekehrt verläuft der Anteil der MFH. Die Ableitung über die Zuweisungsquoten spiegelt diesen Verlauf im Vergleich mit den statistischen Daten sehr gut wieder.

Für die Verteilung in den NBL wird das Muster der EFH / MFH Verteilung über die Raumtypen ebenfalls gut abgebildet:

Tabelle 2.30 Anteil (Prozent) der EFH und MFH and den gesamten Wohneinheiten: Vergleich der Daten aus Ableitung und Statistik (BBR 2001b) für NBL für das Jahr 1998.

BASiS-Raumtypen	EFH		MFH	
NBL	Ableitung	Stat-BBR	Ableitung	Stat-BBR
Raumtyp I	17,7	21,5	82,3	78,5
Raumtyp II	58,6	59,1	41,4	40,9
Raumtyp III	62,1	64,0	37,9	36
Summe	49,4	49,1	50,6	50,9

Die Anwendung der Ableitung für den Vergleich mit statistischen Daten kann nur orientierend sein. Die Ableitung ist aus langwirkenden Trends (Wohnbevölkerung, Bestand) abgeleitet worden, die kurzfristig erheblichen Änderungen unterworfen sein können. Weiterhin sind besondere konjunkturelle Einflüsse zu beachten.

2.1.3.7 Ergebnis der Umschlüsselung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Ableitung auf die Prognosedaten der BBR aufgeführt. Die Prognose endet im Jahr 2015. Für das Projekt werden Daten bis 2025 benötigt. Die Entwicklung für die Jahre 2010 bis 2025 wird als konstant angenommen. Die Zahlen des Jahrfünft 2011-15 werden somit auf die zwei Jahrfünfte 2016-2020 und 2021-2025 ohne Änderung übertragen.

Tabelle 2.31 Ergebnistabelle: Darstellung des jährlichen Zubaus nach Prognosedaten des BBR in der BASiS Klassifikation der Raumtypen, sowie Summe der Neubauten von 2001-2025.

Neubau Wohneinheiten nach BASiS-2-Raumtypen						
Merkmal	Raumtypen (Ost/West)	2001-2005 (Mittelwert)	2006-2010 (Mittelwert)	2011-2015 (Mittelwert)	2016-2020 2021-2025 (Mittelwert)	Summe 2001-2025
EFH	ABL: Kernstädte	13.577	13.705	10.146	10.146	288.603
EFH	ABL: Erw. suburb. Raum	99.185	99.973	74.873	74.873	2.118.874
EFH	ABL: Ländlicher Raum	43.724	44.799	34.625	34.625	961.992
EFH	NBL: Kernstädte	3.152	3.657	3.563	3.563	87.492
EFH	NBL: Erw. suburb. Raum	18.126	20.928	20.311	20.311	499.938
EFH	NBL: Ländlicher Raum	17.756	19.736	19.059	19.059	473.345
MFH	ABL: Kernstädte	46.001	45.690	46.224	46.224	1.151.811
MFH	ABL: Erw. suburb. Raum	62.382	61.670	63.236	63.236	1.568.797
MFH	ABL: Ländlicher Raum	21.763	20.788	22.454	22.454	549.568
MFH	NBL: Kernstädte	6.643	5.804	5.283	5.283	141.484
MFH	NBL: Erw. suburb. Raum	4.869	4.255	3.873	3.873	103.711
MFH	NBL: Ländlicher Raum	5	106	0	0	555
WE gesamt	ABL: Kernstädte	59.578	59.395	56.370	56.370	1.440.414
WE gesamt	ABL: Erw. suburb. Raum	161.566	161.643	138.108	138.108	3.687.671
WE gesamt	ABL: Ländlicher Raum	65.487	65.586	57.080	57.080	1.511.560
WE gesamt	NBL: Kernstädte	9.795	9.461	8.846	8.846	228.976
WE gesamt	NBL: Erw. suburb. Raum	22.996	25.183	24.184	24.184	603.649
WE gesamt	NBL: Ländlicher Raum	17.761	19.842	19.059	19.059	473.900
EFH	ABL: gesamt	156.486	158.476	119.644	119.644	3.369.470
MFH	ABL: gesamt	130.145	128.148	131.914	131.914	3.270.175
WE gesamt	ABL: gesamt	286.631	286.624	251.558	251.558	6.639.645
EFH	NBL: gesamt	39.035	44.321	42.933	42.933	1.060.775
MFH	NBL: gesamt	11.517	10.165	9.156	9.156	245.750
WE gesamt	NBL: gesamt	50.552	54.486	52.089	52.089	1.306.525
WE gesamt	D gesamt	337.183	341.110	303.647	303.647	7.946.170

Exkurs: Umformung der Formel zur Berechnung der Zuweisungquote

Grundlage der Ableitung ist die Gleichung (1):

$$\left(\frac{WE_{2015}}{B_{2015}}\right)_{Kreis,\mathrm{Re}gion} = Wachstumsquote \times \left(\frac{WE_{2000}}{B_{2000}}\right)_{Kreis,\mathrm{Re}gion} \quad (1)$$

In der Region und in den damit verbundenen Kreisen soll die Versorgung an Wohneinheiten pro Kopf gleich verlaufen. Die Wachstumsquote in den Kreisen soll auf das Verhältnis von Wohneinheiten zu Bevölkerung wirken.

Die Wohneinheiten im Jahr 2015 (WE_{2015}) werden durch den Bestand (WE_{2000}) und den absoluten Zuwachs (Zwe) zwischen dem Jahr 2000 und 2015 beschrieben:

$$(WE_{2015})_{Kreis,\mathrm{Re}gion} = (Zwe)_{Kreis,\mathrm{Re}gion} + (WE_{2000})_{Kreis,\mathrm{Re}gion} \quad (8)$$

(Zwe) ist dabei die gesuchte Größe auf **Kreistypebene**.

Die Wachstumsquote nach Gleichung (9) kann aufgrund von fehlenden Daten nur auf der Ebene der Alten und Neuen Bundesländer festgelegt und auf die Regionstypen nach Gleichung (1) übertragen werden. Damit ist die Wachstumsquote bzw. die Zuwachsquote bestimmbar:

$$Wachstumsquote = 1 + \frac{(Zwe)_{ABL,NBL}}{(WE_{2000})_{ABL,NBL}} = \frac{(WE_{2015})_{ABL,NBL}}{(WE_{2000})_{ABL,NBL}} \quad (9)$$

$$Zuwachsquote = \frac{(Zwe)_{ABL,NBL}}{(WE_{2000})_{ABL,NBL}} \quad (10)$$

Die Bevölkerung auf Kreistypenebene ist nur als ihr Anteil an der Regionstypbevölkerung bekannt. Daher wird die Kreistypenbevölkerung durch ihren Anteil an der Regionsbevölkerung ausgedrückt:

$$B_{Kreis,Jahr} = b_{Kreis,Jahr} \times B_{\mathrm{Re}g,Jahr} \quad (11)$$

Gleichung (1) kann durch Substitution mit Gleichung (8) und (11) in folgender Form für einen Kreistyp geschrieben werden:

$$\frac{Zwe_{Kreis} + WE_{2000,Kreis}}{b_{Kreis,2015} \times B_{\mathrm{Reg},2015}} = Wachstumsquote \times \frac{WE_{2000,Kreis}}{b_{Kreis,2000} \times B_{\mathrm{Reg},2000}} \tag{12}$$

Durch Umformen gelangt man zu Gleichung (13)

$$\frac{(Zwe_{Kreis} + WE_{2000,Kreis}) \times b_{Kreis,2000} \times B_{\mathrm{Reg},2000}}{b_{Kreis,2015} \times B_{\mathrm{Reg},2015} \times WE_{2000,Kreis}} = Wachstumsquote \tag{13}$$

Die folgende Umformung in Gleichung (14) dient der besseren Abschätzung von vernachlässigbaren Termen. Dazu wird der Zähler ausmultipliziert und der Term mit Zwe um $B_{Reg,2000}$ erweitert[62].

$$\frac{\frac{Zwe_{Kreis} \times B_{Kreis,2000}}{B_{\mathrm{Reg},2000}} + WE_{2000,Kreis} \times b_{Kreis,2000}}{b_{Kreis,2015} \times WE_{2000,Kreis}} = Wachstumsquote \times \frac{B_{\mathrm{Reg},2015}}{B_{\mathrm{Reg},2000}} \tag{14}$$

Nach einer weiteren Umformung gelangt man zur Gleichung (15):

$$\frac{\frac{Zwe_{Kreis} \times B_{Kreis,2000}}{B_{\mathrm{Reg},2000} \times WE_{2000,Kreis}} + b_{Kreis,2000}}{b_{Kreis,2015}} = Wachstumsquote \times \frac{B_{\mathrm{Reg},2015}}{B_{\mathrm{Reg},2000}} \tag{15}$$

Der große Term im Zähler wird durch den Platzhalter Y substituiert. Damit kann Gleichung (15) geschrieben werden als:

$$Wachstumsquote \times \left(\frac{B_{\mathrm{Reg},2015}}{B_{\mathrm{Reg},2000}} \right) = \left(\frac{b_{Kreis,2000} + Y_{Kreis}}{b_{Kreis,2015}} \right) \tag{16}$$

[62] $(B_{kreis,2000}/B_{Reg,2000}) = b_{Kreis,2000}$ nach Gleichung (11).

In der Gleichung 16 ist das Verhältnis der Regionstypenbevölkerung ($B_{Reg,2015}/B_{Reg,2000}$) enthalten. Aus der BBR-Prognose ist ersichtlich, das sich die Bevölkerung zwischen den Jahren 2015 und 2000 kaum verändert, also nahe 1 ist, so dass dieser Term vernachlässigt werden kann. Alle anderen Größen außer Y sind bekannt. Damit ist Y bestimmbar.

Der Platzhalter Y fasst das Verhältnis von Wohneinheiten und Bevölkerung im Bestandsjahr 2000 sowie das Verhältnis von absolutem Zuwachs (Zwe) in den Kreistypen und die Regionstypbevölkerung zusammen:

$$Y_{Kreis} = \left(\frac{B_{Kreis,2000}}{(WE_{Kreis,2000}} \right) \times \left(\frac{Zwe_{Kreis}}{B_{\mathrm{Re}\,g,2000}} \right) \tag{17}$$

Für die Summe aller Kreistypen in einem Regionstyp lautet das Ergebnis für den Platzhalter Y:

$$Y_{\mathrm{Re}\,gion} = \left(\frac{B_{\mathrm{Re}\,g,2000}}{(WE_{\mathrm{Re}\,gion,2000}} \right) \times \left(\frac{Zwe_{\mathrm{Re}\,gion}}{B_{\mathrm{Re}\,g,2000}} \right) \tag{18}$$

Zwe_{Region} ist aus der BBR-Prognose bekannt. Setzt man Y_{kreis} und Y_{region} ins Verhältnis, so erhält man den Anteil des Zuwachses im Kreistyp in Relation zum Zuwachs im Regionstyp. Dieses Verhältnis ist gleichbedeutend mit den beiden Zuwachsquoten und wird Zuweisungsquote ($Z_{Zuwachs}$) genannt:

$$Z_{Zuwachs,Kreis} = \frac{Zwe_{Kreis}}{Zwe_{\mathrm{Re}\,gion}} \approx \frac{Y_{Kreis}}{\sum Y_{Kreis}} = \frac{Zwe_{Kreis}}{Zwe_{\mathrm{Re}\,gion}} \times \left(\frac{B_{Kreis,2000}}{WE_{Kreis,2000}} \right) \times \left(\frac{WE_{\mathrm{Re}\,gion,2000}}{B_{\mathrm{Re}\,g,2000}} \right) \tag{19}$$

Gleichung (19) kann zur Berechnung der Zuweisungsquote genutzt werden, wenn die Wohnraumversorgung pro Kopf der Bevölkerung (bzw. der Kehrwert) in den Kreistypen ähnlich strukturiert ist, d.h. beide nahe gleich groß sind.

2.2 Exkurs: Potenziale der Innenentwicklung

Die Abschätzung eines realistischerweise nutzbaren Innenentwicklungspotenzials ist äußerst schwierig, da diesbezüglich kaum Erfahrungen vorliegen. Denn in welcher Verteilung Baurechte in einem bestimmten Zeitraum durch Maßnahmen der Innen- oder Außenentwicklung gewonnen wurden, ist bislang nicht Gegenstand einer amtlichen Statistik:

- Mit den Daten der amtlichen Flächenstatistik (Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung) kann zwar auf den Umfang baulicher Außenentwicklung in einem bestimmten Zeitraum geschlossen werden, nicht jedoch auf die quantitative Bedeutung von Innenentwicklungsmaßnahmen im gleichen Zeitraum.
- Auch die Bautätigkeitsstatistik gibt keine präzise Auskunft über das Verhältnis von Innen- zu Außenentwicklung. Zwar konnte die Anzahl der genehmigten Gebäude bis 1995 nach Art der städtebaulichen Festsetzung differenziert werden. Aber auch aus dem Verhältnis von genehmigten Gebäuden innerhalb von im Zusammenhang bebauten Ortsteilen und solchen Gebäuden, die nach einem Bebauungsplan genehmigt werden, kann nicht auf den Umfang von Innenentwicklungsmaßnahmen geschlossen werden. Denn beide Festsetzungen sind für die Schaffung von Baurechten sowohl im Innen- wie auch im Außenbereich einsetzbar. Darüber hinaus wird das Merkmal „Genehmigte Gebäude nach Art der städtebaulichen Festsetzung“ im Rahmen der Bautätigkeitsstatistik seit einigen Jahren nicht mehr erhoben.
- Auch aus den in der Bautätigkeitsstatistik enthaltenen Daten zu den baulichen Vorhaben „an bestehenden Gebäuden“ kann nur eingeschränkt auf die statistische Relevanz von Innenentwicklungsmaßnahmen geschlossen werden, da gebäudebezogene Maßnahmen nur einen geringen Teil der Innenentwicklung darstellen.

In der Literatur verfügbare Angaben zur quantitativen Bedeutung des bestandsbezogenen Bauens beruhen daher zumeist auf kommunale Schätzungen. Nach der Baulandumfrage 1997/98 des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung konnte im Durchschnitt der befragten Kommunen etwa 30 % der jährlichen Wohnbauleistung innerhalb des Siedlungsbereiches, z.B. durch Nachverdichtung[63] lokalisiert werden (Beckmann u.a. 1999, S. 35). In den Großstädten wird ein etwas größerer Anteil erreicht. In einzelnen Städten wurden bis zu 100 % des gesamten realisierten Bauvolumens im Bestand errichtet (Beckmann u.a. 1999, S. 35).

Ob in der näheren Zukunft ein größerer Anteil des Wohnungsbauvolumens im Innenbereich bewältigt werden kann, ist schwer prognostizierbar. Auf der einen Seite hat die abflauende Nachfrage nach Wohnungen (Luers 2000, S. 4 ff.) den Druck auf die

[63] Nachverdichtung wird in BASiS-2 als Sammelbegriff für verschiedene Arten infrastrukturneutraler Innenentwicklung verwendet (vgl. Kapitel 3.1.4 sowie Glossar des Endberichts).

Ausweisung neuer Bauflächen deutlich reduziert. Die noch zu Beginn der 90er Jahre festgestellten erheblichen Nachfrageüberhänge auf den Baulandmärkten haben sich mehr und mehr abgebaut (Beckmann u.a. 1999). Zahlreiche Kommunen sehen eine bestandsorientierte Siedlungsentwicklung wieder als vorrangige Aufgabe ihres stadtplanerischen Handelns (Spiekermann 2000, S. 297; Difu 2001a, S. 38 ff.).[64] Gleichzeitig hat sich der verfügbare Bestand der für Maßnahmen der Innenentwicklung geeigneten Flächen durch den ökonomischen Strukturwandel, politische Veränderungen (Freiwerden von militärischen Liegenschaften) und eine veränderte Standort- und Liegenschaftspolitik großer Unternehmen (wie der Bahn oder der Post) stark erhöht (Kahnert, Rudowsky 1999, S. 8).

Auf der anderen Seite muss konstatiert werden, dass die Baulandpolitik der Mehrheit der Kommunen zumindest mittelfristig weiter auf die Entwicklung neuer Bauflächen im Außenbereich setzen wird. Eine aktuelle Umfrage unter deutschen Kommunen hat ergeben, dass nur etwa ein Drittel der Kommunen in der Innenentwicklung ihren zukünftigen Schwerpunkt der baulichen Entwicklung sieht (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen 2000, S. 30 ff.). Ein möglicher Grund dafür könnte sein, dass sich die zukünftige Wohnungsnachfrage vor allem auf das Ein- bis Zweifamilienhaus richtet (Böltken, Schneider, Spellerberg 1999), während Maßnahmen der Innenentwicklung zumeist auf stärker verdichtete Siedlungs- und Bauformen orientiert sind (Difu 2001a, S.49; Stadtentwicklungsbehörde Hamburg 2000, S. 6 ff.). Auch die kontraproduktive Konkurrenz von Flächenangeboten „auf der grünen Wiese“ – dies vor allem als Resultat einer interkommunalen Wettbewerbssituation der Kommunen – und die nach wie vor außenbereichsbegünstigende Ausrichtung der staatlichen Förderpolitik stellen zweifelsfrei wesentliche Hemmnisse auf dem Weg zu einer stärkeren Innenentwicklung dar. Eine systematische Förderpolitik für Maßnahmen der Innenentwicklung ist erst in wenigen Bundesländern erkennbar (Kahnert, Rudowsky 1999, S. 8 u. 142).

Vor diesem Hintergrund sollten vorsichtige Annahmen zum zukünftigen Anteil des innenentwicklungsbezogenen Wohnungsbauvolumens getroffen werden. Eine eher defensive Variante könnte einen Anteil von 30 bis 50 %, eine optimistischere Variante könnte 50 bis 75 % zugrunde legen. Die künftige Baulandnachfrage sollte dabei nach Ein- bis Zweifamilienhausbauweise und Geschosswohnungsbau differenziert werden. Im Letzteren können wesentlich höhere Anteile der Innenentwicklung angenommen werden als bei Ein- bis Zweifamilienhäusern.

[64] Dagegen hat Petzinger bei einer tieferen Untersuchung von 9 städtebaulichen Leitbildern festgestellt, dass sich nur eine der untersuchten Kommunen Innenentwicklung als explizites Ziel setzt. Die Ansiedlung neuer Betriebe wird hingegen von 7 Kommunen und die Förderung des Wohnungsbaus von 5 Kommunen verfolgt (Petzinger 2000, S. 32).

2.3 Abriss/Umwidmung/Zusammenlegung alter Wohneinheiten

In den beiden folgenden Unterabschnitten ist der Abgang von Wohneinheiten aus dem Bestand (31.12.1999) nach den beiden Szenarien (Referenz und Nachhaltigkeit) aufgeführt. Der Abgang setzt sich zusammen aus den Teilmengen Abriss (Physischer Rückbau, welcher relevant für den Anfall von Bauschutt und die Verringerung der Wohnflächen ist.); Umwidmung (Umwidmung von Wohnraum zu anderen Nutzungszwecken wie Büros etc.; kein Anfall von Bauschutt, der Energiebedarf und die Wohnflächen werden nach Umwidmung von BASiS-2 nicht weiter bilanziert) sowie Zusammenlegung (Wohnfläche bleibt erhalten, 1 WE verbleibt zur Bilanzierung je 2 zusammengelegter WE). Der Abgang an Wohneinheiten wird entsprechend der Verteilung des Gebäudebestandes im Ausgangsjahr 2000 auf die drei Raumtypen aufgeteilt, d.h. es wird nicht unterstellt, dass in einzelnen Raumtypen ein überproportionaler Abgang stattfindet.

Der Abgang von Neubauhaustypen (errichtet im Szenariozeitraum 2000 – 2025) wird für alle Haustypen und alle Szenarien Null gesetzt. Das gleiche gilt für die jüngsten Gebäudeklassen des Wohnungsbestandes der Jahre 1996 bis 1999 (ABL: EFH-VI, RHH-VI, KMH-VI, NBL: EFH-V, RHH-V, KMH-V).

2.3.1 Referenzszenario

In den beiden nachfolgenden Tabellen (für ABL bzw. NBL) ist der absolute jährliche Abgang an Wohneinheiten (über alle Gebäudeklassen) zwischen 2000 bis 2025 differenziert nach Abriss, Umwidmung und Zusammenlegung für das Referenzszenario aufgeführt[65]. Die jährlichen Raten sind ab 2005 konstant gehalten.[66]

---

[65] Ausführungen zu den Szenarioannahmen des Abgangs (Abriss, Umwidmung, Zusammenlegung) finden sich im Endbericht (Kapitel 5.2.5).

[66] Aufgrund des aktuell z.T. sehr hohen Überangebots an Wohneinheiten des Bestandes (vor allem in den Neuen Bundesländern, aber auch in vielen Regionen der Alten Bundesländer) wird unterstellt, dass die bislang vergleichsweise geringen Abgangszahlen, die sich aus der Bautätigkeitstatistik (Statistisches Bundesamt 2001) entnehmen lassen, kurzfristig deutlich ansteigen werden. Hierzu sei auf die Programme des Bundes (Stadtumbau West, Stadtumbau Ost) verwiesen, die eine gezielte Wegnahme von regionalen Wohnraumüberangeboten durch Abriss vorsehen. Diese Programme sind als Resultat auf die „Leerstandskommission" (Pfeiffer 2000) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen einzuordnen. Für die Szenarioannahmen des Referenzszenarios (im Falle des Nachhaltigkeitsszenarios ebenfalls, allerdings auf moderaterem Niveau, da forcierte Bestandserhaltungspolitik sich hier auswirkt) wird unterstellt, dass nach einer Anpassungszeit bis 2005 die Abgangszahlen konstant auf dem dann deutlich höheren Niveau bleiben.

Tabelle 2.32 Abgang von Wohneinheiten, ABL gesamt: Referenzszenario

REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	10000	35000	10000	50000
2001	10000	35000	10000	50000
2002	20000	35000	10000	60000
2003	30000	35000	10000	70000
2004	40000	35000	10000	80000
2005	50000	35000	10000	90000
2010	50000	35000	10000	90000
2015	50000	35000	10000	90000
2020	50000	35000	10000	90000
2025	50000	35000	10000	90000

Annahmen Öko-Institut in Abstimmung mit Begleitkreis

Tabelle 2.33 Abgang von Wohneinheiten, NBL gesamt: Referenzszenario

REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	8000	0	0	8000
2001	8000	0	0	8000
2002	16000	0	0	16000
2003	30000	0	0	30000
2004	45000	0	0	45000
2005	60000	0	0	60000
2010	60000	0	0	60000
2015	60000	0	0	60000
2020	60000	0	0	60000
2025	60000	0	0	60000

Annahmen Öko-Institut unter Berücksichtigung von Pfeiffer (2000) in Abstimmung mit Begleitkreis

Für die Neuen Bundesländer wurden die Raten für Umwidmung und Zusammenlegung im Referenzszenario auf Null gesetzt. Dies soll der Tatsache des Überangebots an Wohnraum (dramatische Leerstandsdiskussion in den Neuen Ländern) und an gewerblichen Immobilien Rechnung tragen. Gleichzeitig wird die Nachfrage sowohl nach Büroräumen (z.B. durch Umwidmung) als auch nach aufwendig sanierten und vergrößerten Wohnungen aufgrund der wirtschaftlich stark angespannten Verhältnisse in den Neuen Bundesländern entsprechend gering eingeschätzt. Die Abrissraten sind im Vergleich zum Ausgangswohnungsbestand am 31.12.1999 für die Neuen Bundesländer erheblich höher angesetzt im Vergleich zu den Alten Ländern. Dies trägt ebenfalls der Leerstandsdiskussion und den damit zusammenhängenden Initiativen und Trends („Stadtumbau Ost“ etc.) Rechnung.

Für die Szenarioannahmen des Referenzszenarios wurden zur Verteilung der Abgangsraten[67] auf die einzelnen Haustypen des Wohnungsbestandes folgende einfache Annahmen getroffen.

[67] Abgang: Sammelbezeichnung für Verlust von bestehendem Wohnraum.

a) Aus der Bautätigkeitstatistik des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt 2001) ist die aktuelle Altersverteilung des Wohnungsabgangs in den Grundzügen bekannt. Ausgehend von diesen Daten und plausiblen Überlegungen[68] zur Alterstruktur des zukünftigen Abgangs (z.B. Plattenbauten in den NBL) wurden folgende Altersverteilungen für den Szenariozeitraum fortgeschrieben.

Tabelle 2.34 Verteilung der Altersstruktur des Abgangs in den Szenarien bis 2025

Modellannahme: Verteilung des Abgangs an WE nach Altersstruktur des Bestandes					
Altersklasse	bis 1918	1919-1948	1949-1970	1971-1995	Summe
ABL	0,3	0,2	0,45	0,05	1,0
NBL	0,3	0,1	0,5	0,1	1,0

Eigene Annahmen Öko-Institut basierend auf (Statistisches Bundesamt 2001)

b) Im zweiten Schritt werden die Anteile der obigen Tabelle auf den Wohnungsbestand für die einzelnen Haustypen einer Alterskategorie angewendet. Das Ergebnis ist in den beiden folgenden Tabellen für die ABL bzw. NBL aufgeführt.[69]

[68] Es wurde berücksichtigt, dass bei Altersklassen des Bestandes, die bislang aufgrund ihrer relativ kurzzeitig zurückliegenden Errichtung (z.B. Altersklasse 1971-1995) nur geringe Abgangsraten hatten, dies sich in der zeitlichen Perspektive des Szenariozeitraums etwas ändert (d.h. es werden moderat höhere Anteile am gesamten Abgang des Bestandes für die Szenarien angenommen als zuletzt in der Statistik ausgewiesen). In diese Alterklasse fallen auch viele Plattenbauten in den NBL, für die seit jüngster Zeit z.T. besonders hohe Leerstände zu verzeichnen sind.

[69] Beispiel: Der Anteil für EFH-I-ABL (Alterklasse bis 1918) von 0,136 (entspricht 13,6 % des gesamten Abgangs, vgl. Tabelle 2.35) errechnet sich durch Multiplikation von 0,3 (Anteil Altersklasse am gesamten Abgang, vgl. Tabelle 2.34) mit 0,45 (Anteil des Haustyps am Wohnungsbestand der Altersklasse, vgl. Tabelle 2.35).

Tabelle 2.35 Berechnete Anteile der Haustypen[70] für den Abgang an WE in den ABL

Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
ABL	**bis 1918**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang ABL
EFH-I	2041307	0,45	0,136
RHH-I	335140	0,07	0,022
KMH-I	1930858	0,43	0,129
GMH-I	196835	0,04	0,013
Summe	4504140	1,00	0,300
Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
ABL	**1919-1948**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang ABL
EFH-II	1207568	0,39	0,079
RHH-II	523280	0,17	0,034
KMH-II	1148586	0,37	0,075
GMH-II	191431	0,06	0,012
Summe	3070865	1,00	0,200
Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
ABL	**1949-1970**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang ABL
EFH-III	1230859	0,11	0,050
RHH-III	406895	0,04	0,017
EFH-IV	1967082	0,18	0,080
RHH-IV	659022	0,06	0,027
KMH-III	1936098	0,18	0,079
GMH-III	287933	0,03	0,012
KMH-IV	2520000	0,23	0,103
GMH-IV	1550000	0,14	0,063
HH-IV	469980	0,04	0,019
Summe	11027869	1,00	0,450
Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
ABL	**1971-1995**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang ABL
EFH-V	3871076	0,39	0,020
RHH-V	1495733	0,15	0,008
KMH-V	4452352	0,45	0,023
Summe	9819161	1,00	0,050

Eigene Berechnungen Öko-Institut basierend auf (Statistisches Bundesamt 2001)

[70] Zur Beschreibung der Haustypen sowie des Abkürzungscodes der Haustypen vgl. das Glossar in Kapitel 6.10).

Tabelle 2.36 Berechnete Anteile der Haustypen für den Abgang an WE in den NBL[71]

Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
NBL	**bis 1918**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang NBL
EFH-I	963324	0,45	0,135
KMH-I	718224	0,33	0,100
GMH-I	466845	0,22	0,065
Summe	2148393	1,00	0,300
Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
NBL	**1919-1948**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang NBL
EFH-II	705295	0,54	0,054
KMH-II	608516	0,46	0,046
Summe	1313811	1,00	0,100
Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
NBL	**1949-1970**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang NBL
EFH-III	220048	0,10	0,051
KMH-III	342000	0,16	0,079
GMH-II	1206000	0,56	0,279
HH	391980	0,18	0,091
Summe	2160028	1,00	0,500
Anteil WE Haustyp an WE Altersklasse			
NBL	**1971-1995**		
Haustyp	WE abs.	Anteil WE	Anteil Abgang NBL
EFH-IV	464768	0,37	0,037
KMH-IV	777799	0,63	0,063
Summe	1242567	1,00	0,100

Eigene Berechnungen Öko-Institut basierend auf (Statistisches Bundesamt 2001)

In den nachfolgenden Tabellen sind die differenzierten Abgangszahlen für die einzelnen Haustypen des Wohnungsbestandes (31.12.1999) im Referenzszenario aufgeführt (bei unveränderten Abgangszahlen werden nur die Daten für 2005, 2010 etc. angegeben; der Abgang erfolgt in gleicher Weise in den Jahren dazwischen 2006,2007 etc.).

[71] Zur Beschreibung der Haustypen sowie des Abkürzungscodes der Haustypen vgl. das Glossar in Kapitel 6.10).

Tabelle 2.37 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, RHH-I, KMH-I, GMH-I, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1360	4759	1360	6798
2001	1360	4759	1360	6798
2002	2719	4759	1360	8158
2003	4079	4759	1360	9517
2004	5438	4759	1360	10877
2005	6798	4759	1360	12237
2010	6798	4759	1360	12237
2015	6798	4759	1360	12237
2020	6798	4759	1360	12237
2025	6798	4759	1360	12237
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	223	781	223	1116
2001	223	781	223	1116
2002	446	781	223	1339
2003	670	781	223	1563
2004	893	781	223	1786
2005	1116	781	223	2009
2010	1116	781	223	2009
2015	1116	781	223	2009
2020	1116	781	223	2009
2025	1116	781	223	2009
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1286	4501	1286	6430
2001	1286	4501	1286	6430
2002	2572	4501	1286	7716
2003	3858	4501	1286	9002
2004	5144	4501	1286	10288
2005	6430	4501	1286	11574
2010	6430	4501	1286	11574
2015	6430	4501	1286	11574
2020	6430	4501	1286	11574
2025	6430	4501	1286	11574
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	131	459	131	656
2001	131	459	131	656
2002	262	459	131	787
2003	393	459	131	918
2004	524	459	131	1049
2005	656	459	131	1180
2010	656	459	131	1180
2015	656	459	131	1180
2020	656	459	131	1180
2025	656	459	131	1180

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.38 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-II, RHH-II, KMH-II, GMH-II, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	786	2753	786	3932
2001	786	2753	786	3932
2002	1573	2753	786	4719
2003	2359	2753	786	5505
2004	3146	2753	786	6292
2005	3932	2753	786	7078
2010	3932	2753	786	7078
2015	3932	2753	786	7078
2020	3932	2753	786	7078
2025	3932	2753	786	7078
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	341	1193	341	1704
2001	341	1193	341	1704
2002	682	1193	341	2045
2003	1022	1193	341	2386
2004	1363	1193	341	2726
2005	1704	1193	341	3067
2010	1704	1193	341	3067
2015	1704	1193	341	3067
2020	1704	1193	341	3067
2025	1704	1193	341	3067
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	748	2618	748	3740
2001	748	2618	748	3740
2002	1496	2618	748	4488
2003	2244	2618	748	5236
2004	2992	2618	748	5984
2005	3740	2618	748	6732
2010	3740	2618	748	6732
2015	3740	2618	748	6732
2020	3740	2618	748	6732
2025	3740	2618	748	6732
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	125	436	125	623
2001	125	436	125	623
2002	249	436	125	748
2003	374	436	125	873
2004	499	436	125	997
2005	623	436	125	1122
2010	623	436	125	1122
2015	623	436	125	1122
2020	623	436	125	1122
2025	623	436	125	1122

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.39 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-III, RHH-III, EFH-IV, RHH-IV, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	502	1758	502	2511
2001	502	1758	502	2511
2002	1005	1758	502	3014
2003	1507	1758	502	3516
2004	2009	1758	502	4018
2005	2511	1758	502	4520
2010	2511	1758	502	4520
2015	2511	1758	502	4520
2020	2511	1758	502	4520
2025	2511	1758	502	4520
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	166	581	166	830
2001	166	581	166	830
2002	332	581	166	996
2003	498	581	166	1162
2004	664	581	166	1328
2005	830	581	166	1494
2010	830	581	166	1494
2015	830	581	166	1494
2020	830	581	166	1494
2025	830	581	166	1494
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	803	2809	803	4013
2001	803	2809	803	4013
2002	1605	2809	803	4816
2003	2408	2809	803	5619
2004	3211	2809	803	6421
2005	4013	2809	803	7224
2010	4013	2809	803	7224
2015	4013	2809	803	7224
2020	4013	2809	803	7224
2025	4013	2809	803	7224
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	269	941	269	1345
2001	269	941	269	1345
2002	538	941	269	1614
2003	807	941	269	1882
2004	1076	941	269	2151
2005	1345	941	269	2420
2010	1345	941	269	2420
2015	1345	941	269	2420
2020	1345	941	269	2420
2025	1345	941	269	2420

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.40 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-III, GMH-III, KMH-IV, GMH-IV, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	790	2765	790	3950
2001	790	2765	790	3950
2002	1580	2765	790	4740
2003	2370	2765	790	5530
2004	3160	2765	790	6320
2005	3950	2765	790	7110
2010	3950	2765	790	7110
2015	3950	2765	790	7110
2020	3950	2765	790	7110
2025	3950	2765	790	7110
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	117	411	117	587
2001	117	411	117	587
2002	235	411	117	705
2003	352	411	117	822
2004	470	411	117	940
2005	587	411	117	1057
2010	587	411	117	1057
2015	587	411	117	1057
2020	587	411	117	1057
2025	587	411	117	1057
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1028	3599	1028	5142
2001	1028	3599	1028	5142
2002	2057	3599	1028	6170
2003	3085	3599	1028	7198
2004	4113	3599	1028	8226
2005	5142	3599	1028	9255
2010	5142	3599	1028	9255
2015	5142	3599	1028	9255
2020	5142	3599	1028	9255
2025	5142	3599	1028	9255
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	632	2214	632	3162
2001	632	2214	632	3162
2002	1265	2214	632	3795
2003	1897	2214	632	4427
2004	2530	2214	632	5060
2005	3162	2214	632	5692
2010	3162	2214	632	5692
2015	3162	2214	632	5692
2020	3162	2214	632	5692
2025	3162	2214	632	5692

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.41 Jährlicher Abgang der Haustypen HH-IV, EFH-V, RHH-V, KMH-V, ABL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
HH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	192	671	192	959
2001	192	671	192	959
2002	384	671	192	1151
2003	575	671	192	1342
2004	767	671	192	1534
2005	959	671	192	1726
2010	959	671	192	1726
2015	959	671	192	1726
2020	959	671	192	1726
2025	959	671	192	1726
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-V				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	197	690	197	986
2001	197	690	197	986
2002	394	690	197	1183
2003	591	690	197	1380
2004	788	690	197	1577
2005	986	690	197	1774
2010	986	690	197	1774
2015	986	690	197	1774
2020	986	690	197	1774
2025	986	690	197	1774
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-V				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	76	267	76	381
2001	76	267	76	381
2002	152	267	76	457
2003	228	267	76	533
2004	305	267	76	609
2005	381	267	76	685
2010	381	267	76	685
2015	381	267	76	685
2020	381	267	76	685
2025	381	267	76	685
REF-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-V				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	227	794	227	1134
2001	227	794	227	1134
2002	453	794	227	1360
2003	680	794	227	1587
2004	907	794	227	1814
2005	1134	794	227	2040
2010	1134	794	227	2040
2015	1134	794	227	2040
2020	1134	794	227	2040
2025	1134	794	227	2040

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.42 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, KMH-I, GMH-I, EFH-II, NBL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1076	0	0	1076
2001	1076	0	0	1076
2002	2152	0	0	2152
2003	4036	0	0	4036
2004	6053	0	0	6053
2005	8071	0	0	8071
2010	8071	0	0	8071
2015	8071	0	0	8071
2020	8071	0	0	8071
2025	8071	0	0	8071
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	802	0	0	802
2001	802	0	0	802
2002	1605	0	0	1605
2003	3009	0	0	3009
2004	4513	0	0	4513
2005	6018	0	0	6018
2010	6018	0	0	6018
2015	6018	0	0	6018
2020	6018	0	0	6018
2025	6018	0	0	6018
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
GMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	522	0	0	522
2001	522	0	0	522
2002	1043	0	0	1043
2003	1956	0	0	1956
2004	2934	0	0	2934
2005	3911	0	0	3911
2010	3911	0	0	3911
2015	3911	0	0	3911
2020	3911	0	0	3911
2025	3911	0	0	3911
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	429	0	0	429
2001	429	0	0	429
2002	859	0	0	859
2003	1610	0	0	1610
2004	2416	0	0	2416
2005	3221	0	0	3221
2010	3221	0	0	3221
2015	3221	0	0	3221
2020	3221	0	0	3221
2025	3221	0	0	3221

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.43 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-II, EFH-III, KMH-III, GMH-II, NBL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	371	0	0	371
2001	371	0	0	371
2002	741	0	0	741
2003	1390	0	0	1390
2004	2084	0	0	2084
2005	2779	0	0	2779
2010	2779	0	0	2779
2015	2779	0	0	2779
2020	2779	0	0	2779
2025	2779	0	0	2779
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	407	0	0	407
2001	407	0	0	407
2002	815	0	0	815
2003	1528	0	0	1528
2004	2292	0	0	2292
2005	3056	0	0	3056
2010	3056	0	0	3056
2015	3056	0	0	3056
2020	3056	0	0	3056
2025	3056	0	0	3056
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	633	0	0	633
2001	633	0	0	633
2002	1267	0	0	1267
2003	2375	0	0	2375
2004	3562	0	0	3562
2005	4750	0	0	4750
2010	4750	0	0	4750
2015	4750	0	0	4750
2020	4750	0	0	4750
2025	4750	0	0	4750
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
GMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	2233	0	0	2233
2001	2233	0	0	2233
2002	4467	0	0	4467
2003	8375	0	0	8375
2004	12562	0	0	12562
2005	16750	0	0	16750
2010	16750	0	0	16750
2015	16750	0	0	16750
2020	16750	0	0	16750
2025	16750	0	0	16750

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.44 Jährlicher Abgang der Haustypen HH, EFH-IV, KMH-IV, NBL; Referenzszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
HH				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	726	0	0	726
2001	726	0	0	726
2002	1452	0	0	1452
2003	2722	0	0	2722
2004	4083	0	0	4083
2005	5444	0	0	5444
2010	5444	0	0	5444
2015	5444	0	0	5444
2020	5444	0	0	5444
2025	5444	0	0	5444
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	299	0	0	299
2001	299	0	0	299
2002	598	0	0	598
2003	1122	0	0	1122
2004	1683	0	0	1683
2005	2244	0	0	2244
2010	2244	0	0	2244
2015	2244	0	0	2244
2020	2244	0	0	2244
2025	2244	0	0	2244
REF-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	501	0	0	501
2001	501	0	0	501
2002	1002	0	0	1002
2003	1878	0	0	1878
2004	2817	0	0	2817
2005	3756	0	0	3756
2010	3756	0	0	3756
2015	3756	0	0	3756
2020	3756	0	0	3756
2025	3756	0	0	3756

Eigene Berechnungen Öko-Institut

2.3.2 Nachhaltigkeitsszenario

In den beiden nachfolgenden Tabellen (für ABL bzw. NBL) ist der absolute jährliche Abgang an Wohneinheiten aus dem gesamten Wohnungsbestand zwischen 2000 bis 2025 differenziert nach Abriss, Umwidmung und Zusammenlegung für das Nachhaltigkeitsszenario aufgeführt. Die jährlichen Raten sind ab 2005 konstant gehalten (vgl. Fußnote 66).

Tabelle 2.45 Abgang von Wohneinheiten, ABL gesamt: Nachhaltigkeitsszenario

Nachhaltigkeits-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	10000	35000	10000	50000
2001	10000	35000	10000	50000
2002	12500	35000	12500	53750
2003	15000	35000	15000	57500
2004	17500	35000	17500	61250
2005	20000	35000	20000	65000
2010	20000	35000	20000	65000
2015	20000	35000	20000	65000
2020	20000	35000	20000	65000
2025	20000	35000	20000	65000

Annahmen Öko-Institut in Abstimmung mit Begleitkreis

Tabelle 2.46 Abgang von Wohneinheiten, NBL gesamt: Nachhaltigkeitsszenario

Nachhaltigkeitsszenario: jährlicher Abgang NBL				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	8000	0	0	8000
2001	8000	0	0	8000
2002	11000	0	5000	13500
2003	14000	0	10000	19000
2004	17000	0	15000	24500
2005	20000	0	20000	30000
2010	20000	0	20000	30000
2015	20000	0	20000	30000
2020	20000	0	20000	30000
2025	20000	0	20000	30000

Annahmen Öko-Institut in Abstimmung mit Begleitkreis

Für die Differenzierung der Abgangsraten nach den einzelnen Haustypen werden die bereits für das Referenzszenario beschriebenen Ansätze zu Grunde gelegt. Entscheidend für die konkreten Abgangszahlen für die einzelnen Haustypen im Nachhaltigkeitsszenario im Vergleich zum Referenzszenario ist die Entwicklung der Summe des Abgangs (im Nachhaltigkeitsszenario niedriger als im Referenzszenario, vgl. Endbericht, Kapitel 5.2.5). Es wird für die einzelnen Haustypen des Wohnungsbestandes 2000 anteilig der gleiche Abgang angesetzt wie im Referenzszenario. In den folgenden Tabellen sind die konkreten Abgangszahlen, die im Nachhaltigkeitsszenario zu Grunde gelegt wurden, aufgeführt.

Tabelle 2.47 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, RHH-I, KMH-I, GMH-I, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1360	4759	1360	6798
2001	1360	4759	1360	6798
2002	1700	4759	1700	7308
2003	2039	4759	2039	7818
2004	2379	4759	2379	8328
2005	2719	4759	2719	8838
2010	2719	4759	2719	8838
2015	2719	4759	2719	8838
2020	2719	4759	2719	8838
2025	2719	4759	2719	8838
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	223	781	223	1116
2001	223	781	223	1116
2002	279	781	279	1200
2003	335	781	335	1284
2004	391	781	391	1367
2005	446	781	446	1451
2010	446	781	446	1451
2015	446	781	446	1451
2020	446	781	446	1451
2025	446	781	446	1451
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1286	4501	1286	6430
2001	1286	4501	1286	6430
2002	1608	4501	1608	6913
2003	1929	4501	1929	7395
2004	2251	4501	2251	7877
2005	2572	4501	2572	8359
2010	2572	4501	2572	8359
2015	2572	4501	2572	8359
2020	2572	4501	2572	8359
2025	2572	4501	2572	8359
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	131	459	131	656
2001	131	459	131	656
2002	164	459	164	705
2003	197	459	197	754
2004	229	459	229	803
2005	262	459	262	852
2010	262	459	262	852
2015	262	459	262	852
2020	262	459	262	852
2025	262	459	262	852

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.48 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-II, RHH-II, KMH-II, GMH-II, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	786	2753	786	3932
2001	786	2753	786	3932
2002	983	2753	983	4227
2003	1180	2753	1180	4522
2004	1376	2753	1376	4817
2005	1573	2753	1573	5112
2010	1573	2753	1573	5112
2015	1573	2753	1573	5112
2020	1573	2753	1573	5112
2025	1573	2753	1573	5112
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	341	1193	341	1704
2001	341	1193	341	1704
2002	426	1193	426	1832
2003	511	1193	511	1960
2004	596	1193	596	2087
2005	682	1193	682	2215
2010	682	1193	682	2215
2015	682	1193	682	2215
2020	682	1193	682	2215
2025	682	1193	682	2215
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	748	2618	748	3740
2001	748	2618	748	3740
2002	935	2618	935	4021
2003	1122	2618	1122	4301
2004	1309	2618	1309	4582
2005	1496	2618	1496	4862
2010	1496	2618	1496	4862
2015	1496	2618	1496	4862
2020	1496	2618	1496	4862
2025	1496	2618	1496	4862
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	125	436	125	623
2001	125	436	125	623
2002	156	436	156	670
2003	187	436	187	717
2004	218	436	218	764
2005	249	436	249	810
2010	249	436	249	810
2015	249	436	249	810
2020	249	436	249	810
2025	249	436	249	810

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.49 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-III, RHH-III, EFH-IV, RHH-IV, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	502	1758	502	2511
2001	502	1758	502	2511
2002	628	1758	628	2700
2003	753	1758	753	2888
2004	879	1758	879	3076
2005	1005	1758	1005	3265
2010	1005	1758	1005	3265
2015	1005	1758	1005	3265
2020	1005	1758	1005	3265
2025	1005	1758	1005	3265
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	166	581	166	830
2001	166	581	166	830
2002	208	581	208	892
2003	249	581	249	955
2004	291	581	291	1017
2005	332	581	332	1079
2010	332	581	332	1079
2015	332	581	332	1079
2020	332	581	332	1079
2025	332	581	332	1079
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	803	2809	803	4013
2001	803	2809	803	4013
2002	1003	2809	1003	4314
2003	1204	2809	1204	4615
2004	1405	2809	1405	4916
2005	1605	2809	1605	5217
2010	1605	2809	1605	5217
2015	1605	2809	1605	5217
2020	1605	2809	1605	5217
2025	1605	2809	1605	5217
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	269	941	269	1345
2001	269	941	269	1345
2002	336	941	336	1445
2003	403	941	403	1546
2004	471	941	471	1647
2005	538	941	538	1748
2010	538	941	538	1748
2015	538	941	538	1748
2020	538	941	538	1748
2025	538	941	538	1748

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.50 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-III, GMH-III, KMH-IV, GMH-IV, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	790	2765	790	3950
2001	790	2765	790	3950
2002	988	2765	988	4246
2003	1185	2765	1185	4543
2004	1383	2765	1383	4839
2005	1580	2765	1580	5135
2010	1580	2765	1580	5135
2015	1580	2765	1580	5135
2020	1580	2765	1580	5135
2025	1580	2765	1580	5135
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	117	411	117	587
2001	117	411	117	587
2002	147	411	147	632
2003	176	411	176	676
2004	206	411	206	720
2005	235	411	235	764
2010	235	411	235	764
2015	235	411	235	764
2020	235	411	235	764
2025	235	411	235	764
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1028	3599	1028	5142
2001	1028	3599	1028	5142
2002	1285	3599	1285	5527
2003	1542	3599	1542	5913
2004	1800	3599	1800	6298
2005	2057	3599	2057	6684
2010	2057	3599	2057	6684
2015	2057	3599	2057	6684
2020	2057	3599	2057	6684
2025	2057	3599	2057	6684
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
GMH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	632	2214	632	3162
2001	632	2214	632	3162
2002	791	2214	791	3400
2003	949	2214	949	3637
2004	1107	2214	1107	3874
2005	1265	2214	1265	4111
2010	1265	2214	1265	4111
2015	1265	2214	1265	4111
2020	1265	2214	1265	4111
2025	1265	2214	1265	4111

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.51 Jährlicher Abgang der Haustypen HH-IV, EFH-V, RHH-V, KMH-V, ABL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
HH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	192	671	192	959
2001	192	671	192	959
2002	240	671	240	1031
2003	288	671	288	1103
2004	336	671	336	1175
2005	384	671	384	1247
2010	384	671	384	1247
2015	384	671	384	1247
2020	384	671	384	1247
2025	384	671	384	1247
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
EFH-V				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	197	690	197	986
2001	197	690	197	986
2002	246	690	246	1060
2003	296	690	296	1133
2004	345	690	345	1207
2005	394	690	394	1281
2010	394	690	394	1281
2015	394	690	394	1281
2020	394	690	394	1281
2025	394	690	394	1281
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
RHH-V				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	76	267	76	381
2001	76	267	76	381
2002	95	267	95	409
2003	114	267	114	438
2004	133	267	133	467
2005	152	267	152	495
2010	152	267	152	495
2015	152	267	152	495
2020	152	267	152	495
2025	152	267	152	495
Nachhaltigkeit-Szenario: jährlicher Abgang ABL				
KMH-V				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	227	794	227	1134
2001	227	794	227	1134
2002	283	794	283	1219
2003	340	794	340	1304
2004	397	794	397	1389
2005	453	794	453	1474
2010	453	794	453	1474
2015	453	794	453	1474
2020	453	794	453	1474
2025	453	794	453	1474

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.52 Jährlicher Abgang der Haustypen EFH-I, KMH-I, GMH-I, EFH-II, NBL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	1076	0	0	1076
2001	1076	0	0	1076
2002	1480	0	673	1816
2003	1883	0	1345	2556
2004	2287	0	2018	3296
2005	2690	0	2690	4036
2010	2690	0	2690	4036
2015	2690	0	2690	4036
2020	2690	0	2690	4036
2025	2690	0	2690	4036
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	802	0	0	802
2001	802	0	0	802
2002	1103	0	501	1354
2003	1404	0	1003	1906
2004	1705	0	1504	2457
2005	2006	0	2006	3009
2010	2006	0	2006	3009
2015	2006	0	2006	3009
2020	2006	0	2006	3009
2025	2006	0	2006	3009
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
GMH-I				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	522	0	0	522
2001	522	0	0	522
2002	717	0	326	880
2003	913	0	652	1239
2004	1108	0	978	1597
2005	1304	0	1304	1956
2010	1304	0	1304	1956
2015	1304	0	1304	1956
2020	1304	0	1304	1956
2025	1304	0	1304	1956
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	429	0	0	429
2001	429	0	0	429
2002	591	0	268	725
2003	752	0	537	1020
2004	913	0	805	1315
2005	1074	0	1074	1610
2010	1074	0	1074	1610
2015	1074	0	1074	1610
2020	1074	0	1074	1610
2025	1074	0	1074	1610

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.53 Jährlicher Abgang der Haustypen KMH-II, EFH-III, KMH-III, GMH-II, NBL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	371	0	0	371
2001	371	0	0	371
2002	509	0	232	625
2003	648	0	463	880
2004	787	0	695	1135
2005	926	0	926	1390
2010	926	0	926	1390
2015	926	0	926	1390
2020	926	0	926	1390
2025	926	0	926	1390
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	407	0	0	407
2001	407	0	0	407
2002	560	0	255	688
2003	713	0	509	968
2004	866	0	764	1248
2005	1019	0	1019	1528
2010	1019	0	1019	1528
2015	1019	0	1019	1528
2020	1019	0	1019	1528
2025	1019	0	1019	1528
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-III				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	633	0	0	633
2001	633	0	0	633
2002	871	0	396	1069
2003	1108	0	792	1504
2004	1346	0	1187	1940
2005	1583	0	1583	2375
2010	1583	0	1583	2375
2015	1583	0	1583	2375
2020	1583	0	1583	2375
2025	1583	0	1583	2375
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
GMH-II				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	2233	0	0	2233
2001	2233	0	0	2233
2002	3071	0	1396	3769
2003	3908	0	2792	5304
2004	4746	0	4187	6839
2005	5583	0	5583	8375
2010	5583	0	5583	8375
2015	5583	0	5583	8375
2020	5583	0	5583	8375
2025	5583	0	5583	8375

Eigene Berechnungen Öko-Institut

Tabelle 2.54 Jährlicher Abgang der Haustypen HH, EFH-IV, KMH-IV, NBL; Nachhaltigkeitsszenario (Abkürzungen Haustypen vgl. Glossar in Kapitel 6.10)

Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
HH				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	726	0	0	726
2001	726	0	0	726
2002	998	0	454	1225
2003	1270	0	907	1724
2004	1542	0	1361	2223
2005	1815	0	1815	2722
2010	1815	0	1815	2722
2015	1815	0	1815	2722
2020	1815	0	1815	2722
2025	1815	0	1815	2722
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
EFH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	299	0	0	299
2001	299	0	0	299
2002	411	0	187	505
2003	524	0	374	711
2004	636	0	561	916
2005	748	0	748	1122
2010	748	0	748	1122
2015	748	0	748	1122
2020	748	0	748	1122
2025	748	0	748	1122
Nachhaltigkeitsszenario-Szenario: jährlicher Abgang NBL				
KMH-IV				
Jahr	Abriss WE abs.	Umwidmung WE abs.	Zusammenl. WE abs.	Abgang WE abs.
2000	501	0	0	501
2001	501	0	0	501
2002	689	0	313	845
2003	876	0	626	1189
2004	1064	0	939	1534
2005	1252	0	1252	1878
2010	1252	0	1252	1878
2015	1252	0	1252	1878
2020	1252	0	1252	1878
2025	1252	0	1252	1878

Eigene Berechnungen Öko-Institut

2.4 Entwicklungen im Bereich Heizungsenergie

Im folgenden werden die wichtigsten Annahmen zu den energetischen Kenndaten der Gebäude (Dämmung, spez. Wärmebedarf) und Heizanlagen (Typen, Effizienz) dargestellt. Dabei erfolgt eine Unterscheidung in Neubauten und Bestandshäuser.

2.4.1 Energetische Kenndaten der Gebäude – Neubau

Im BASiS-1-Projekt (Öko-Institut 1999) wurden die Neubauten hinsichtlich des Nutzwärmebedarfs unter Berücksichtigung der Wärmeschutzverordnung ´95 bzw. einem verbessertem Standard (Niedrig-Energie-Haus – NEH) sowie Passivhäusern (PH) abgebildet.

Durch die beschlossene Energieeinspar-Verordnung (EnEV) werden sich die Nutzwärmebedarfe der Neubauten insbesondere im Bereich der Ein- bis Zweifamilienhäuser (EFH) leicht verändern, wobei der jeweilige Nutwärmebedarf durch die nun eingeführte primärenergetisch bewertete Energiekennzahl je nach Gebäudegeometrie und verwendetem Heizsystem unterschiedlich sein kann.

Im BASiS-2 wird der Nutzwärmebedarf für „normale“ Wohngebäude explizit modelliert, so dass unter Berücksichtigung der Wärmedämmeigenschaften der verwendeten Baustoffe modellintern eine „richtige“ Berechnung erfolgt. Der implementierte Algorithmus (vgl. Kapitel 6) setzt die Vorgaben der EnEV entsprechend um.

Für die Passivhäuser ist der Nutzwärmebedarf mit dieser Methodik nicht adäquat zu bestimmen, da exakte Daten zu Wärmeflüssen (Solareinstrahlung) nicht bestimmt werden können. Für diesen Gebäudetyp erfolgt wie bisher eine händische Eingabe. Für die Passivhäuser wird ein Nutzwärmebedarf von 15 kWh/m^{2}a angesetzt. Da die Anzahl der realisierten Passivhäuser bislang gering ist und damit nur relativ wenige Erfahrungen in der Praxis vorliegen (Passivhaus 2000), können Abweichungen noch nicht ausreichend dokumentiert werden, so dass die bislang in BASiS-1 verwendeten Definitionen weiterverwendet werden.

2.4.2 Energetische Kenndaten der Gebäude – Bestand

Die EnEV hat im § 9 nun auch explizite Vorgaben für die wärmetechnische Sanierung von bestehenden Wohngebäuden gemacht, die sich auf die Dämmung der Geschossdecken zu (unbeheizten) Dächern und die Dämmung der Kellerdecke beziehen. Die Diskussion zur Umsetzung der EnEV zeigt jedoch, dass eine ernsthafte Kontrolle dieser Vorgaben kaum möglich ist – und auch begleitende Informationsinstrumente wie z.B. ein Gebäudepass werden erst langsam eingeführt.

Aus diesem Grund wird die „Nachdämmung“ für die bestehenden Gebäude wie in BASiS-1 als Teil der Szenarioannahmen für Referenz bzw. Nachhaltigkeit mitgeführt.

Die Annahmen zur energetischen Sanierung der Bestandshäuser in BASiS-1 beruhten für das Referenzszenario und für das Nachhaltigkeitsszenario auf den Angaben in IWU (IWU 1996):

1. Im Referenzszenario werden mit einer Rate von 1 % per Jahr die Häuser gedämmt[72]. Die Rate wird aus der Lebensdauer der zu dämmenden Elemente (z.B. Außenwand) abgeleitet. Es wird eine Dämmstärke angenommen, die auf einer wirtschaftlichen Optimierung basiert.
2. Im Nachhaltigkeitsszenario wird eine erhöhte Rate von 2,5 % angesetzt. Es wird dabei unterstellt, dass alle Elemente vorzeitig und vollständig gedämmt werden. Die Dämmstärke richtet sich nach der technischen Realisierbarkeit und geht damit teilweise weit über die wirtschaftliche Dämmstärke hinaus.

Hier wurde im BASiS-2-Projekt eine Aktualisierung überlegt, da die Effekte der EnEV (Nachdämmung Geschossdecke, Kellerdecke) zu einer leicht höheren Umsetzung dieser Maßnahmen führen könnten.

Aus heutiger Sicht ist jedoch der quantitative Effekt eher vernachlässigbar, da in der Nachdämmung im Referenzszenario stets eine „komplette“ wärmetechnische Sanierung angenommen wurde und diese einen größeren Effekt hat als die ggf. auf breitere Basis stattfindende, aber nur wenige Gebäudeteile betreffende Teil-Dämmung nach der EnEV.

Eine genauere Darstellung der bereits im Ausgangsjahr 2000 vorhandenen Teil-Dämmung der Haustypen des Bestandes gibt Kapitel 3.

2.4.3 Energetische Kenndaten der Heizsysteme

Die EnEV macht über die bestehende Heizungsanlagen-Verordnung (HeizAnVO) hinaus keine neuen Vorgaben für die Effizienz von Heizsystemen, setzt aber für bestehende Anlagen Fristen für deren Erneuerung. Dies wird bei der Abbildung der Heizungsverteilung in den Szenarien mit berücksichtigt.

In der den BASiS-1-Daten zugrundeliegenden Studie von Prognos (1996) wurden die Nutzungsgrade[73] der Heizsysteme für 1995 und 2020 angegeben. Mit einer neueren Studie von Prognos und EWI (1999) werden diese Daten weitestgehend bestätigt und entsprechen auch den Basisannahmen der „Politikszenarien für den Klimaschutz“ des Umweltbundesamts.

---

[72] In (Prognos 1996) und (Prognos/EWI 1999) finden sich vergleichbare Annahmen für die Referenzentwicklung.

[73] Der Nutzungsgrad (Prognos 1996) beschreibt das Verhältnis zwischen jährlichem Nutzwärmebedarf und Endenergieverbrauch. Es handelt sich dabei um einen über das Jahr gemittelten Gesamtwirkungsgrad des Systems Heizanlage. Berücksichtigt werden dabei sowohl Energieverluste der Heizungsanlage selbst (z.B. über Abgasstrom) als auch Verteilverluste (Wärmeabstrahlung von Leitungen etc.).

Eine Interpolation auf den neuen Startwert „2000“ und eine Fortschreibung für das Jahr 2025 erfolgte auf Basis dieser Untersuchungen und wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2.55 Nutzungsgrade (%) von Heizsystemen für BASiS-2 (alle Szenarien)

Heizungssystem	2000	2020	2025
Fernwärme	96,0	96,0	97,0
Öl-Zentralheizung	78,0	87,0	88,0
Gas-Zentral-/-Etagenheizung	79,0	97,0	98,0
Kohle-Zentralheizung	70,0	74,0	74,0
Öl-Einzelofenheizung	70,0	70,0	70,0
Gas-Einzelofenheizung	70,0	70,0	70,0
Kohle-Einzelofenheizung	65,0	65,0	65,0
Nachtstromspeicherheizungen	98,0	98,0	98,0
Elekt.Wärmepumpenheizung	200,0	220,0	230,0
Holz-Heizung	70,0	80,0	85,0

Quelle: BASiS-1 (Öko-Institut 1999), aktualisiert nach Prognos/EWI (1999)

2.4.4 Emissionsdaten der Heizsysteme

In BASiS-1 wurden die Emissionsfaktoren für die Heizsysteme direkt aus der damaligen GEMIS-Version 3 übernommen. Mittlerweile wurden die Heizsysteme in GEMIS 4.1 durch eine neuere Studie des Umweltbundesamts (IVD 2000) aktualisiert, wobei insbesondere die SO_2- und NO_x-Werte angepasst wurden. Mit der nun implementierten Kopplung von BASiS-2 an die GEMIS-Datenbasis werden diese Aktualisierungen automatisch übernommen.

Die Emissionsdaten der Standard-Heizsysteme in GEMIS liegen für das Basisjahr vor, für BASiS-2 wurde eine Fortschreibung bis 2025 implementiert. Dabei wurden auf Grundlage der Daten in PROGNOS/EWI (1999) die Energieeffizienz der künftigen Heizsysteme fortgeschrieben (vgl. Abschnitt 2.4.3 im Anhang) und für die Stromerzeugung Zukunftsdaten angesetzt, die sowohl den Kraftwerksmix als auch die Kraftwerksnutzungsgrade betreffen (vgl. Kapitel 5.1 im Anhang). Die, aus diesen Daten folgenden, Emissionsfaktoren der Heizsysteme (inkl. Vorketten) wurden dann von GEMIS an BASiS-2 übergeben.

2.5 Literatur zu Anhang II

BBR (1999a): Bucher, H. et al.; Perspektiven der zukünftigen Raum- und Siedlungsentwicklung, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Informationen zur Raumentwicklung, Heft 11/12, Bonn.

BBR (2001b): Böltken, F. et al.; Aktuelle Daten zur Entwicklung der Städte, Kreise und Gemeinden – Ausgabe 2000, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Berichte Band 8, Bonn.

BBR/IÖR (2001): Iwanow, I.; Metzmacher, M.; Schmidt, R.; Waltersbacher, M.; Zukünftige Wohnungsnachfrage und Neubaubedarf in Ost- und Westdeutschland, Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. (IÖR) (Hrsg.), erschienen in der Reihe IÖR-Texte Nr. 133, Dresden.

Beckmann, G.; Dosch, F.; Müller-Kleißler, R.; Rach, D. (1999): Baulandumfrage 1997/98 des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung. Arbeitspapiere/BBR 7/1999. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR). Bonn.

Böltken, F.; Schneider, N.; Spellerberg, A. (1999): Wohnen – Wunsch und Wirklichkeit. Subjektive Prioritäten und subjektive Defizite als Beitrag zur Wohnungsmarktbeobachtung. In: RaumPlanung Heft 2, S. 141-156.

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.), Forschungsgruppe Stadt und Dorf (Bearb.) (2000): Baulandbereitstellung, Rechtstatsachenforschung zur Entwicklung, Erschließung und Finanzierung von Bauland. Berlin.

difu (2001a): Nachhaltige Ressourcenschonung – Flächenmanagement / Flächenrecycling. Aktuelle Hemmnisse und Lösungsansätze in den deutschen Städten, Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin: unveröffentlicht.

difu (2001b): Apel, D.; Böhme, C.; Meyer, U.; Preisler-Holl, L.; Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung. Deutsches Institut für Urbanistik im Auftrag des Umweltbundesamtes. Berlin.

IVD (2000): Pfeiffer, F.; Struschka, M.; Baumbach, G.; Ermittlung der mittleren Emissionsfaktoren zur Darstellung der Emissionsentwicklung aus Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher, Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Universität Stuttgart i.A. des UBA, Reihe Texte 14-00, Berlin.

IWU (1996): Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

Kahnert, R.; Rudowsky, K. (1999): Wiedernutzung von Brachflächen. Eine Dokumentation von Fallbeispielen. Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung. Stuttgart.

Luers, H. (2000): Aufgaben und Ziele einer bestandsorientierten sozialen Wohnungspolitik. In: Michels, W.; van Suntum, U. (Hrsg.): Bestandsorientierung der sozialen Wohnungspolitik. Münsteraner Wohnungswirtschaftliche Gespräche, Band 10, S. 1-21. Münster.

Öko-Institut (1999): Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung, M. Buchert u.a., Endbericht zum UBA-Forschungsprojekt FKZ Nr. 295 92 148, UBA-Reihe Texte 47/99, Berlin.

Öko-Institut (2001): Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.07 – Computerprogramm und Datenbasis, U.R. Fritsche u.a., Darmstadt/Berlin (unter www.gemis.de erhältlich).

Passivhaus (2000): Nagel, M.; Sariri, V.; Feist, W., Tagungsband der 4. Passivhaus Tagung, 10. bis 11. März 2000, Stadthalle Kassel, Wolfgang Feist, Passivhaus Institut (Hrsg.), Darmstadt 2000.

Petzinger, T. (2000): Städte setzen Leitbilder in der Planung ein. In: Der Städtetag, Heft 11, S. 30-34.

Pfeiffer (2000): Pfeiffer, U.; Porsch, L.; Simons, H.; Wohnungswirtschaftlicher Strukturwandel in den Neuen Bundesländern – Bericht der Kommission. Wissenschaftliche Begleitung: empirica, Wirtschaftsforschung und Beratung GmbH, Berlin, i. A. des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

Prognos (1996): Die Energiemärkte Deutschlands im zusammenwachsenden Europa - Perspektiven bis zum Jahr 2020, Prognos AG, Studie i.A. des Bundesministers für Wirtschaft, Basel.

Prognos (1999): Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, Prognos AG/EWI (Energiewirtschaftliches Institut Universität Köln) i.A. des BMWi, Basel/Köln (Kurzfassung im Internet unter http://www.bmwi.de).

Spiekermann, K. (2000): Räumliche Leitbilder in der kommunalen Planungspraxis. In: AfK, Heft II, S. 289-311.

Statistisches Bundesamt (2001): Bautätigkeit und Wohnen. Fachserie 5, Reihe 1: Bautätigkeit 1999. Stuttgart; Metzler-Poeschel Verlag.

3 Anhang III: Energetische Charakterisierung der Gebäude

Die energetische Charakterisierung erfolgt in BASiS-2 auf zwei Wegen:

1. durch Eingabe von festen Verbrauchswerten durch den Nutzer. Dieses Vorgehen wird für Sonderbauten (Neubautyp „Anbau“ mit 70 kWh/m^2*a) und die Passivbauten (15 kWh/m^2*a) gewählt.
2. durch ein vereinfachtes Rechenmodell unter Einbeziehung der thermischen Hüllfläche und den U-Werten der Bauelemente.

Das eingesetzte Modell wurde vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) entwickelt[74] und hat sich praktisch bewährt. Es ist insbesondere für den Bestand mit hohen spezifischen Verbrauch geeignet. Nutzwärmebedarfe von unter 100 kWh/(m^2*a) werden hingegen tendenziell vom Modell „unterschätzt“, da Verluste wie Wärmebrücken etc. nicht adäquat abgebildet werden können. Daher werden die kalkulierten Ergebnisse für Einfamilienhäuser nur bis zu einem Wert von 70 kWh/(m^2*a) ausgewiesen, um eine Sanierung bis zum „NEH-Neubautyp“ kalkulieren zu können. Bis zu diesem Wert ist eine Kalkulation mit dem vereinfachten Rechenmodell vertretbar, da das Modell des IWU in der Praxis zum notwendigen Nachweis des Nutzwärmebedarfs im Bereich der wärmetechnischen Sanierung breite Anwendung findet. Kalkulierte Werte, die diesen Grenzwert unterschreiten, werden auf den Grenzwert festgesetzt. Eine Abschätzung der Abweichung wurde nicht durchgeführt. Es kann aufgrund der Praxistauglichkeit des IWU-Modells davon ausgegangen werden, dass die Abweichung in vernachlässigbarer Größenordnung liegt.

Die Beschreibung des Algorithmus ist im Kapitel 6 des Anhanges dokumentiert.

3.1 Gebäudehülle

Die energetische Beschreibung der Häuser setzt eine Festlegung der energetisch relevanten Hüllfläche voraus. Sie ist im allgemeinen kleiner als die Fläche zur Beschreibung der Stoffnachfrage. Dachüberstände oder abstehendes Außenmauerwerk verursachen Stoffnachfrage. Sie sind jedoch für die energetischen Verluste des Hauses nicht relevant. Aus den stofflichen Flächen wurden die energetisch relevanten Hüllflächen abgeschätzt. Für Außenwände wurde die Hüllfläche der Außenwand mit einem Faktor 0,8, für die Kellerwand mit einem Faktor von 0,9 und für das Dach mit einem Faktor von 0,85 bestimmt. Die Kellerdecke ergibt sich aus der bebauten Fläche.

[74] Institut für Wohnen und Umwelt: Energiebewusste Gebäudeplanung. Ein Leitfaden sowie ein Verfahren zur Berechnung des Wärmebedarfs von Gebäuden, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie und Bundesangelegenheiten (Hrsg.), 4. Auflage 1999.

Im der folgenden Tabelle sind die Hüllflächen der Haustypen des Neubaus aufgelistet. Es wird für diese Häuser unterstellt, dass das Steil- oder Flachdach und nicht die oberste Geschossdecke im Regelfall als Hüllfläche dient, da im Neubau damit kostengünstig Wohnraum erschlossen werden kann.

Tabelle 3.1 Energetisch relevante Hüllfläche[75] der Haustypen des Neubaus in m^2.

Haustyp[76]	Außenwand	Kellerwand	Steil- od. Flachdach	Kellerdecke
EFH	130,4	97,2	128,35	102
DHH	89,6	87,3	94,35	80,75
RHH	68,8	77,4	69,7	62,05
ZFH	138,4	94,5	153,85	108,8
MFH 3-6	340	149,4	259,25	195,5
MFH 7-12	396	133,2	308,55	249,05
MFH 13+x	1023,2	154,8	731,85	564,4

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Für die Bestandshäuser wurde hingegen die Hüllfläche zwischen Steildach und oberster Geschossdecke aufgeteilt. Nach Berechnung der Größen über einen Faktor aus den stofflich relevanten Flächen wurde für Steildach und oberste Geschossdecke i.d.R. eine hälftige Teilung vorgesehen. Es wird also angenommen, dass die Dämmfläche zur Hälfte über das Steildach und zur anderen Hälfte in der obersten Geschossdecke liegt. Zum einen kann durch Steildachdämmung zusätzlicher Wohnraum erschlossen werden, zum anderen ist die nachträgliche Dämmung der obersten Geschossdecke kostengünstiger. Zusätzlich sollte bedacht werden, dass Spitzdächer häufig mit einer Teildecke für den nicht nutzbaren engen oberen Raum versehen sind. Die Dämmung des Dachraumes erfolgt somit teilweise über eine Dämmung der „obersten Geschossdecke“.

Tabelle 3.2 Energetisch relevante Hüllfläche der Bestandshäuser in m^2.

Haustyp (Bestand)[77]	Außenwand	Kellerwand	Steil- od. Flachdach	Keller-decke	oberste Geschossdecke
EFH-I-ABL	93,6	0	46	73,1	36
EFH-I-NBL	83,2	0	42	64,6	32
EFH-II-ABL	90,4	0	44	70,55	36
EFH-II-NBL	72	0	35	56,1	28
EFH-III-ABL	88	0	43	68,85	35
EFH-III-NBL	83,2	0	41	65,45	33
EFH-IV-ABL	106,4	0	52	83,3	42
EFH-IV-NBL	108	0	53	84,15	42

[75] Für die Haustypen des Neubaus erfolgt die Dämmung zum Erdreich über die Bodenplatte. Im Bestand ist dies wirtschaftlich nicht möglich. Die Dämmung erfolgt über eine unterseitige Dämmung der Kellerdecke.

[76] Zur Namensgebung der Haustypen des Neubaus siehe Glossar in Abschnitt 6.10.

[77] Zur Namensgebung der Haustypen des Bestands, siehe Glossar in Abschnitt 6.10.

Haustyp (Bestand)[77]	Außenwand	Kellerwand	Steil- od. Flachdach	Keller-decke	oberste Geschossdecke
EFH-V-ABL	122,4	0	60	95,2	48
RHH-I-ABL	77	0	31	55,25	28
RHH-II-ABL	74	0	28	53,55	27
RHH-III-ABL	73	0	29	52,7	26
RHH-IV-ABL	85	0	34	61,2	31
RHH-V-ABL	91	0	37	65,45	33
KMH-I-ABL	237,6	0	91	136,85	68
KMH-I-NBL	217,6	0	83	124,95	63
KMH-II-ABL	221,6	0	85	127,5	64
KMH-II-NBL	204,8	0	78	117,3	59
KMH-III-ABL	197,6	0	76	113,9	57
KMH-III-NBL	198,4	0	76	113,9	57
KMH-IV-ABL	218,4	0	83	125,8	63
KMH-IV-NBL	232	0	0	133,45	135
KMH-V-ABL	242,4	0	140	139,4	35
GMH-I-ABL	668	0	360	555,05	278
GMH-I-NBL	1102,4	0	355	548,25	274
GMH-II-ABL	640	0	366	564,4	282
GMH-II-NBL	1016,8	0	0	566,1	566
GMH-III-ABL	620	0	370	571,2	286
GMH-IV-ABL	653	0	600	560,15	0
HH-ABL	3150	0	1086	1677,9	0
HH-NBL	2987,2	0	0	600	600
EFH-VI-ABL	130,4	97,2	128,35	102	0
EFH-V-NBL	130,4	97,2	128,35	102	0
RHH-VI-ABL	86	77,4	69,7	62,05	0
KMH-VI-ABL	340	149,4	259,25	195,5	0
RHH-V-NBL	86	77,4	69,7	62,05	0
KMH-V-NBL	340	149,4	259,25	195,5	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Für die Bestandshäuser ab 1990 (EFH/RHH/KMH-VI-ABL, EFH/RHH/KMH-V-NBL) wird unterstellt, das bei ihrem Bau eine vollständige Dämmung des Steildaches durchgeführt wurde, um den Dachanteil als Wohnraum zu nutzen. Sie weisen daher ähnlich den Haustypen des Neubaus keine oberste Geschossdecke aus. Ebenfalls reduziert sich oder entfällt die oberste Geschossdecke bei Häusern mit Flachdächern, z.B. HH-ABL.

Während die Dämmung der Kellerwand in Kombination mit der Bodenplatte für Haustypen des Neubaus wie für Häuser ab Baujahr 1990 als Standard angenommen wird, werden bei den anderen älteren Bestandshäusern die Kellerdecken als Hüllflächen gegen unbeheizten Raum bzw. Erdreich entsprechend dem Baustandard

(siehe (IWU 1996) angenommen. Die Kellerwand entfällt daher als Hüllfläche für diese Häuser.

Für große Mehrfamilienhäusern in den Alten Bundesländern (GMH-xx-ABL) wurde eine weitere Einschränkung der Hüllfläche der Außenwände angenommen, da diese Häuser häufig in Blockbauweise angelegt wurden. Die stoffliche Außenwand dieser Häuser grenzt damit zum Teil direkt an die Außenwand der Nachbarhäuser und ist damit für die Beschreibung des Wärmeverlustes nicht relevant. Die Hüllfläche wurde daher mit einem Faktor 0,5 berechnet.

3.2 Bauelemente

In der folgenden Tabelle sind die Bauelemente verzeichnet, die den Nutzwärmebedarf der Häuser bestimmen. Zur Information werden neben den angesetzten U-Werten die Hüllflächengruppen genannt, für die sie verantwortlich sind.

Tabelle 3.3 Bauelemente, ihre zugeordnete Hüllfläche und U-Wert.

Bauelement	**zugeordnete Hüllfläche**	**U-Wert (W/m^2)**
Fundament-Standard-gedämmt	Kellerdecke	0,3
AW-UG-Beton-gedämmt	Kellerwand	0,35
AW-UG-KSS-gedämmt	Kellerwand	0,35
AW-UG-Ziegel-gedämmt	Kellerwand	0,35
AW-OG-Leichtbeton-WSV-95	Außenwand	0,4
AW-OG-KSS-WSV-95	Außenwand	0,4
AW-OG-Ziegel-WSV-95	Außenwand	0,4
AW-OG-Porenbeton-WSV-95	Außenwand	0,4
Fenster-Holz-Standard (Bestand)	Fenster	2,5
Fenster-PVC-Standard (Bestand)	Fenster	2,5
Dächer-HG-Steildach-Passiv-EFH	Dach	0,17
Fenster-Alu-Standard (Bestand)	Fenster	2,5
Fenster-Holz-hochgedämmt	Fenster	1
Fenster-PVC-hochgedämmt	Fenster	1
B-OG-Mauerwerk-EFH-24-I+II	Außenwand	1,85
B-OG-Mauerwerk-MFH-36-alt	Außenwand	1,5
B-OG-Mauerwerk-30-III	Außenwand	2,2
B-OG-Mauerwerk-PL-alt	Außenwand	1,2
B-OG-Mauerwerk-EFH-V	Außenwand	0,75
B-OG-Mauerwerk-MFH-IV	Außenwand	1,2
AW-OG-Leichtbeton-NEH	Außenwand	0,25
AW-OG-KSS-NEH	Außenwand	0,25
AW-OG-Ziegel-NEH	Außenwand	0,25
AW-OG-Porenbeton-NEH	Außenwand	0,25
AW-OG-Holz-NEH	Außenwand	0,25
AW-OG-Leichtbeton-Passiv	Außenwand	0,15

Bauelement	zugeordnete Hüllfläche	U-Wert (W/m^2)
AW-OG-KSS-Passiv	Außenwand	0,15
AW-OG-Ziegel-Passiv	Außenwand	0,15
AW-OG-Porenbeton-Passiv	Außenwand	0,15
AW-UG-Porenbeton-gedämmt	Kellerwand	0,35
AW-OG-Dämmung-tech	Außenwand	0,28
AW-OG-Dämmung-wirt	Außenwand	0,55
Steildach-Dämmung-tech	Dach	0,22
Steildach-Dämmung-wirt.	Dach	0,4
Kellerdecke-Dämmung-tech	Kelledecke	0,55
Kellerdecke-Dämmung-wirt	Kellerdecke	1,1
B-Dächer-Steildach-MFH-alt	Dach	0
B-Dächer-Steildach-EFH-alt	Dach	0
B-Dächer-Flachdach-alt	Dach	0,8
Dächer-HG-Steildach-Passiv-MFH	Dach	0,17
Dächer-HG-Steildach-NEH-EFH	Dach	0,2
Dächer-HG-Steildach-NEH-MFH	Dach	0,2
Dächer-HG-Steildach-WSV95-EFH	Dach	0,3
Dächer-HG-Steildach-WSV95-MFH	Dach	0,3
AW-UG-Swatch	Kellerwand	0,001
Fundament-Swatch	Kellerdecke	0,3
Flachdach-Dämmung-wirt	Dach	0,28
Flachdach-Dämmung-tech	Dach	0,2
AW-OG-Holz-Passiv	Außenwand	0,15
AW-OG-Dämmung-null	Außenwand	0
Dämmung-Dach-null	Dach	0
Kellerdecke-Dämmung-null	Kellerdecke	0
AW-UG-Dämmung-null	Kellerwand	0
Dämmung-OG-Decke-null	oberste G.decke	0
Dämmung-OG-Decke-wirt	oberste G.decke	0,75
Dämmung-OG-Decke-tech	oberste G.decke	0,35
AW-UG-Dämmung-wirt	Kellerwand	0,76
AW-UG-Dämmung-tech	Kellerwand	0,4
Fenster-Holz-Passiv	Fenster	0,5
Fenster-PVC-Passiv	Fenster	0,5
B-OG-Mauerwerk-30-III-DDR	Außenwand	2,5
Dämmung-OG-Decke-alt	oberste G.decke	1,1
Steildach-Dämmung-alt	Dach	0,5
B-OG-Mauerwerk-EFH-IV	Außenwand	1,3
B-OG-Mauerwerk-EFH-IV-DDR	Außenwand	1,8
B-OG-Mauerwerk-MFH-V	Außenwand	1
B-OG-Mauerwerk-MFH-III	Außenwand	1,35

Eigene Datenzusammenstellung Öko-Institut

Bauelemente, die in ihrem Namen das Wort „Dämmung“ tragen, sind Nachdämmelemente. Sie beinhalten nur den Dämmstoff. Im Bestand können bestehende Bauelemente[78] damit nachgedämmt werden. Im Modell wird der U-Wert des Nachdämmelementes und des eigentlichen Bauelementes dann verrechnet.

Wird der Nutzwärmebedarf der Häuser über die energetische Bilanzierung bestimmt, wurde eine im Gegensatz zu BASiS-1 weitergehende Festlegung der bis zum Jahr 2000 durchgeführten Nachdämmung im Bestand getroffen. Diese im Bestand durchgeführte Nachdämmung bestimmt dann den Startwert des Nutzwärmebedarfes im Jahr 2000. Die im folgenden festgelegte Nachdämmung im Bestand basiert auf eigenen Schätzungen des Öko-Instituts, da Informationen hierzu nur sehr spärlich vorliegen. Die für BASiS-1 genutzten Daten des IWU (Basisjahr ca. 1992, siehe (IWU 1996)) müssen als teilweise veraltet angesehen werden. Es sind dort auch keine nennenswerten Informationen zur Nachdämmung enthalten. In der Studie des IWU konnte die Situation in den NBL zum damaligen Zeitpunkt nicht mit einbezogen werden.

3.3 Nachdämmung im Bestand

Die Beschreibung der Nachdämmung orientiert sich an den thermischen Hüllflächen (d.h. den begrenzenden Flächen zwischen beheizt / unbeheizt). Durch die deutlich unterschiedliche Entwicklung im Wohnungsbau in den Alten und den Neuen Bundesländern, werden diese getrennt behandelt. In der Szenarioentwicklung wird die Situation der Nachdämmung unterschiedlich fortgeschrieben:

1. im Referenzszenario wird eine Nachdämmrate von 1 % pro Jahr angesetzt (IWU 1996). Diese Rate entspricht den bisherigen Erfahrungen über die Umsetzung bei Erneuerungszyklen. Weiterhin wird unterstellt, das die Nachdämmung mit Nachdämmelementen (Stärke der Dämmschicht) durchgeführt wird, die ein Optimum in der Kostenrechnung[79] (IWU 1996) aufweisen (vgl. Öko-Institut 1999).
2. im Nachhaltigkeitsszenario wird von einer deutlich höheren Rate von 2,5 % pro Jahr ausgegangen (IWU 1996). Die Nachdämmung soll mit Dämmstoffstärken ausgeführt werden, welche die technischen Möglichkeiten[80] weitgehend ausschöpfen (IWU 1996).

---

[78] Bestandsbauelemente, die nachgedämmt werden, tragen zur Identifizierung ein „B“ vor dem Namen. Einige „Bestands“- Bauelemente sind nicht zur Nachdämmung vorgesehen: hierzu gehören Fenster (nur Austausch) sowie Bauelemente, die nach 1990 verbaut wurden. Diese sind mit dem Nachkürzel „WSV-95“ versehen.

[79] Das IWU ging dabei von einem mittleren zukünftigen Energiepreis von rund 3 Euro-Cent/kWh aus (IWU 1996).

[80] Den Fall der Ausschöpfung der technisch möglichen Dämmstoffstärken unterstellte das IWU bei einen mittleren zukünftigen Energiepreis von rund 6,5 Euro-Cent/kWh (IWU 1996).

3.3.1 Außenwand

Die Dämmung der Außenwände ist relativ aufwändig und hat sich daher bislang nur in einem geringen Umfang durchgesetzt. Für Ein- bis Zweifamilienhäuser wird ein Anteil von 5 % angenommen. Für Mehrfamilienhäuser wird keine nennenswerte Dämmung der Außenwand eingesetzt.

Tabelle 3.4 Außenwanddämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile[81] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	AW-OG-Dämmung-null	AW-OG-Dämmung-wirt	AW-OG-Dämmung-tech
EFH-I-ABL	0,95	0,05	0
EFH-II-ABL	0,95	0,05	0
EFH-III-ABL	0,95	0,05	0
EFH-IV-ABL	0,95	0,05	0
EFH-V-ABL	0,95	0,05	0
GMH-I-ABL	1	0	0
GMH-II-ABL	1	0	0
GMH-III-ABL	1	0	0
HH-ABL	1	0	0
KMH-I-ABL	1	0	0
KMH-II-ABL	1	0	0
KMH-III-ABL	1	0	0
KMH-IV-ABL	1	0	0
KMH-V-ABL	1	0	0
RHH-I-ABL	0,95	0,05	0
RHH-II-ABL	0,95	0,05	0
RHH-III-ABL	0,95	0,05	0
RHH-IV-ABL	0,95	0,05	0
RHH-V-ABL	0,95	0,05	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Für die Neuen Bundesländer wird von einem anderen Instandhaltungszyklus ausgegangen. Der hohe Sanierungsüberhang hat nach Expertenschätzung (Lützkendorf 2002) in den Neunziger Jahren auch zu einer Dämmung der Außenwände geführt.

Mehrfamilienhäuser (GMH, HH, KMH) aus der Nachkriegszeit sind umfassend saniert worden. Die Nachdämmung von privaten Einfamilienhäusern wird ebenfalls als relevant eingeschätzt. Im Gegensatz dazu stehen die MFH, die sich im Privatbesitz befinden. Hier wird angenommen, dass nur geringe Nachdämmung stattgefunden hat (Lützkendorf 2002).

[81] AW-OG-Dämmung-null (keine Dämmung), AW-OG-Dämmung-wirtschaftlich (Dämmstärke 8cm), AW-OG-Dämmung-technisch (Dämmstärke 16cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

Tabelle 3.5 Außenwanddämmung der Bestandshäuser (NBL): Anteile[82] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	AW-OG-Dämmung-null	AW-OG-Dämmung-wirt	AW-OG-Dämmung-tech
EFH-I-NBL	0,6	0,4	0
EFH-II-NBL	0,6	0,4	0
EFH-III-NBL	0,6	0,4	0
EFH-IV-NBL	0,6	0,4	0
GMH-I-NBL	0,9	0,1	0
GMH-II-NBL	0,5	0,5	0
HH-NBL	0,5	0,5	0
KMH-I-NBL	0,9	0,1	0
KMH-II-NBL	0,9	0,1	0
KMH-III-NBL	0,9	0,1	0
KMH-IV-NBL	0,5	0,5	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

3.3.2 Kellerdecke

Die Dämmung der Kellerdecke ist relativ einfach und wird häufiger durchgeführt. Daher wird abgeschätzt, dass im Bereich der Ein- bis Zweifamilienhäuser hier ein nennenswerter Anteil an Nachdämmung durchgeführt wurde. Im Bereich der Mehrfamilienhäuser hingegen werden aufgrund des fehlenden unmittelbaren Eigennutzes des Eigentümers keine nennenswerten Anteile vermutet.

[82] AW-OG-Dämmung-null (keine Dämmung), AW-OG-Dämmung-wirtschaftlich (Dämmstärke 8cm), AW-OG-Dämmung-technisch (Dämmstärke 16cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

Tabelle 3.6 Kellerdeckendämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile [83]der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	Kellerdecke-Dämmung-null	Kellerdecke-Dämmung-wirt	Kellerdecke-Dämmung-tech
EFH-I-ABL	0,7	0,3	0
EFH-II-ABL	0,7	0,3	0
EFH-III-ABL	0,7	0,3	0
EFH-IV-ABL	0,4	0,6	0
EFH-V-ABL	0,4	0,6	0
GMH-I-ABL	1	0	0
GMH-II-ABL	1	0	0
GMH-III-ABL	1	0	0
HH-ABL	1	0	0
KMH-I-ABL	1	0	0
KMH-II-ABL	1	0	0
KMH-III-ABL	1	0	0
KMH-IV-ABL	1	0	0
KMH-V-ABL	1	0	0
RHH-I-ABL	0,7	0,3	0
RHH-II-ABL	0,7	0,3	0
RHH-III-ABL	0,7	0,3	0
RHH-IV-ABL	0,7	0,3	0
RHH-V-ABL	0,7	0,3	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Tabelle 3.7 Kellerdeckendämmung der Bestandshäuser (NBL): Anteile[84] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	Kellerdecke-Dämmung-null	Kellerdecke-Dämmung-wirt	Kellerdecke-Dämmung-tech
EFH-I-NBL	0,8	0,2	0
EFH-II-NBL	0,8	0,2	0
EFH-III-NBL	0,8	0,2	0
EFH-IV-NBL	0,8	0,2	0
GMH-I-NBL	0,8	0,2	0
GMH-II-NBL	0,9	0,1	0
HH-NBL	0,9	0,1	0
KMH-I-NBL	0,8	0,2	0
KMH-II-NBL	0,8	0,2	0
KMH-III-NBL	0,8	0,2	0
KMH-IV-NBL	0,9	0,1	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

[83] Kellerdecke-Dämmung-null (keine Dämmung), Kellerdecke-Dämmung-wirtschaftlich (Dämmstärke 4cm), Kellerdecke-technisch (Dämmstärke 8cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

[84] Vgl. Fußnote 83.

In den Neuen Bundesländern wird der Anteil der Dämmung der Kellerdecken ähnlich eingestuft. Die weitergehende Instandhaltung der Mehrfamilienhäuser mit Fördermitteln führt auch zu einer Dämmung der Kellerdecken.

3.3.3 Dach

Das Dämmen des Steildachs als Zwischensparrendämmung ist weit verbreitet. Neben der Dämmung wird neuer Wohn- oder Speicherraum gewonnen. Es wird abgeschätzt, dass in den ABL nur ca. 5 % der Ein- bis Zweifamilienhäuser keine Steildachdämmung aufweisen. 75 % dieser Häuser haben eine ältere Dämmung[85] mit geringer Dämmstärke, während 20 % eine neuere Dämmung aufweisen (IWU 1997).

Tabelle 3.8 Steildachdämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile[86] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	Dämmung-Dach-null	Steildach-Dämmung-alt	Steildach-Dämmung-wirt.	Steildach-Dämmung-tech
EFH-I-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-II-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-III-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-IV-ABL	0,05	0,75	0,2	0
GMH-I-ABL	1	0	0	0
GMH-II-ABL	1	0	0	0
GMH-III-ABL	1	0	0	0
KMH-I-ABL	1	0	0	0
KMH-II-ABL	1	0	0	0
KMH-III-ABL	1	0	0	0
KMH-IV-ABL	1	0	0	0
RHH-I-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-II-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-III-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-IV-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-V-ABL	0,05	0,75	0,2	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

[85] Die Dämmqualität von älteren Dämmungen ist teilweise deutlich geringer, da auf eine konsequente Abdichtung der Dämmebene verzichtet wurde (IWU 1997).

[86] Dämmung-Dach-null (keine Dämmung), Steildach-Dämmung-alt (Dämmstärke 11cm), Steildach-Dämmung-wirtschaftlich (Dämmstärke 11cm), Steiladch-Dämmung-technisch (Dämmstärke 22cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

Tabelle 3.9 Steildach- und Flachdachdämmung der Bestandshäuser (ABL): Anteile [87] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	Dämmung-Dach-null	Steildach-Dämmung-alt	Steildach-Dämmung-wirt.	Steildach-Dämmung-tech	Flachdach-Dämmung-wirt	Flachdach-Dämmung-tech
EFH-V-ABL	0	0,72	0,18	0	0,1	0
HH-ABL	0,5	0	0	0	0	0,5
KMH-V-ABL	0,25	0,5	0	0	0,25	

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Im Gegensatz dazu stehen die Erfahrungen bei Mehrfamilienhäusern. Hier wird abgeschätzt, dass keine Steildachdämmung durchgeführt wurde. Bei Flachdächern ist diese Situation allerdings entgegengesetzt (IWU 1996), (Lützkendorf 2002).

Tabelle 3.10 Steildachdämmung der Bestandshäuser (NBL): Anteile[88] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp	Dämmung-Dach-null	Steildach-Dämmung-alt	Steildach-Dämmung-wirt.	Steildach-Dämmung-tech
EFH-I-NBL	0,2	0,4	0,4	0
EFH-II-NBL	0,2	0,4	0,4	0
EFH-III-NBL	0,2	0,4	0,4	0
EFH-IV-NBL	0,2	0,4	0,4	0
GMH-I-NBL	0,6	0,2	0,2	0
GMH-II-NBL	1	0	0	0
HH-NBL	1	0	0	0
KMH-I-NBL	0,6	0,2	0,2	0
KMH-II-NBL	0,6	0,2	0,2	0
KMH-III-NBL	0,6	0,2	0,2	0
KMH-IV-NBL	1	0	0	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Für die Neuen Bundesländer wird eine weit höhere Dämmung abgeschätzt. Im Bereich der Einfamilienhäuser dominiert die relativ neue Dämmung. Bei Mehrfamilienhäusern der Nachkriegsjahre konnte ebenfalls eine Dämmung beobachtet werden (Lützkendorf 2002).

[87] Dämmung-Dach-null (keine Dämmung), Steildach-Dämmung-alt (Dämmstärke 11cm), Steildach-Dämmung-wirtschaftlich (Dämmstärke 11cm), Steildach-Dämmung-technisch (Dämmstärke 22cm), Flachdach-Dämmung-technisch (Dämmstärke 16cm), Flachdach-Dämmung-technisch (Dämmstärke 22cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

[88] Dämmung-Dach-null (keine Dämmung), Steildach-Dämmung-alt (Dämmstärke 11cm), Steildach-Dämmung-wirtschaftlich (Dämmstärke 11cm), Steildach-Dämmung-technisch (Dämmstärke 22cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

3.3.4 Oberste Geschossdecke

Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist relativ kostengünstig. Sie wird bei privaten EFH häufig in Eigenbau durchgeführt und mit dem Fußbodeneinbau verbunden. Die Verbreitung der Dämmung wird daher als relativ hoch angesehen (IWU 1996). Einschränkend für den Effekt der energetischen Sanierung ist allerdings die geringe Dämmstoffdicke (4 cm, siehe Fußnote 89) in Kombination mit einem Fußbodenaufbau zu bemerken (siehe hohe Anteile Dämmung-OG-Decke-Alt).

Im Bereich der Mehrfamilienhäuser hingegen werden aufgrund des fehlenden unmittelbaren Eigennutzes des Eigentümers keine nennenswerten Anteile vermutet.

Tabelle 3.11 Dämmung der obersten Geschossdecke in Bestandshäusern (ABL): Anteile[89] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	Dämmung-OG-Decke-null	Dämmung-OG-Decke-alt	Dämmung-OG-Decke-wirt	Dämmung-OG-Decke-tech
EFH-I-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-II-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-III-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-IV-ABL	0,05	0,75	0,2	0
EFH-V-ABL	0,05	0,75	0,2	0
GMH-I-ABL	1	0	0	0
GMH-II-ABL	1	0	0	0
GMH-III-ABL	1	0	0	0
KMH-I-ABL	1	0	0	0
KMH-II-ABL	1	0	0	0
KMH-III-ABL	1	0	0	0
KMH-IV-ABL	1	0	0	0
KMH-V-ABL	0,5	0,5	0	0
RHH-I-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-II-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-III-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-IV-ABL	0,05	0,75	0,2	0
RHH-V-ABL	0,05	0,75	0,2	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

[89] Dämmung-OG-Decke-null (keine Dämmung), Dämmung-OG-Decke-alt (Dämmstärke 4cm), Dämmung-OG-Decke-wirtschaftlich (Dämmstärke 6cm),), Dämmung-OG-Decke -technisch (Dämmstärke 12cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

Tabelle 3.12 Dämmung der obersten Geschossdecke in Bestandshäusern (NBL): Anteile[90] der bereits erfolgten Nachdämmung (Ist-Situation im Jahr 2000):

Haustyp (Bestand)	Dämmung-OG-Decke-null	Dämmung-OG-Decke-alt	Dämmung-OG-Decke-wirt	Dämmung-OG-Decke-tech
EFH-I-NBL	0,2	0,4	0,4	0
EFH-II-NBL	0,2	0,4	0,4	0
EFH-III-NBL	0,2	0,4	0,4	0
EFH-IV-NBL	0,2	0,4	0,4	0
GMH-I-NBL	0,6	0,2	0,2	0
GMH-II-NBL	0	0,8	0,2	0
HH-NBL	0	0,8	0,2	0
KMH-I-NBL	0,6	0,2	0,2	0
KMH-II-NBL	0,6	0,2	0,2	0
KMH-III-NBL	0,6	0,2	0,2	0
KMH-IV-NBL	0	0,8	0,2	0

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

In den Neuen Bundesländern wird die Durchdringung als geringfügig geringer abgeschätzt. Ca. 20 % der Einfamilienhäuser weisen keine Dämmung auf. Die Dämmung ist jünger, daher wird ein höherer Anteil der „Dämmung-OG-Decke-wirt“ angesetzt. Ähnlich wie in den ABL wird die Situation für die Vorkriegs-Mehrfamilienhäuser eingeschätzt. Insgesamt ist für diese Häuser eine nur geringe Sanierungsaktivität beobachtet worden (Lützkendorf 2002).

3.4 Literatur zu Anhang III

Lützkendorf (2002): Persönliche Mitteilung Prof. T. Lützkendorf, Universität Karlsruhe April 2002.

IWU (1996): Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

IWU (1997): E. Hinz und W. Eicke-Hennig, Wärmedämmung im geneigten Dach, ISBN 3-932074-15-7, IWU Darmstadt 1997.

ÖKO (Öko-Institut) 1999: Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung, M. Buchert u.a., Endbericht zum UBA-Forschungsprojekt FKZ Nr. 295 92 148, UBA-Reihe Texte 47/99, Berlin.

[90] Dämmung-OG-Decke-null (keine Dämmung), Dämmung-OG-Decke-alt (Dämmstärke 4cm), Dämmung-OG-Decke-wirtschaftlich (Dämmstärke 6cm),), Dämmung-OG-Decke -technisch (Dämmstärke 12cm) für Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario.

4 Anhang IV: Stoffliche Charakterisierung der Gebäude

Auf der Ebene der Haustypen wurden gegenüber BASiS-1 (Öko-Institut 1999) keine methodischen Änderungen eingeführt. Durch die Anbindung der energetischen Berechnung und des Infrastrukturmoduls wurde es allerdings notwendig, die Gebäude auf der Ebene der Haustypen statt auf der Ebene der Bauelemente zu differenzieren. Folgende Änderungen wurden durchgeführt:

1. Bestandshäuser: Haustypen für die Jahre 1995-1999 wurden neu aufgenommen.
2. Haustypen des Neubaus: Die Differenzierung zwischen gleichen Haustypen in ABL / NBL wurde aufgegeben, da hierfür keine statistische Signifikanz mehr vorlag. Die Wohnfläche und geometrische Beschreibung der Haustypen für ABL wurden auf die entsprechenden Haustypen NBL übertragen.
3. Haustypen des Neubaus: Für jeden BASiS-1 Haustyp wurden zwei Varianten eingeführt: Standardhaus und Passivhaus (Ausnahme Anbauten mit einem einzigen Standard von 70 kWh/m^2*a, vgl. unten). Ihre geometrische Beschreibung ist identisch. Der Nutzwärmebedarf von Standardhäuser wird berechnet während der von Passivhäusern fest eingegeben wird.
4. Haustypen des Neubaus: Es wurde ein neuer Gebäudetypus für die Beschreibung von Anbauten (Anbau-ABL, Anbau-NBL) eingeführt. Für diesen Typus ist eine eigenständige energetische Berechnung nicht sinnvoll, da der Anbau energetisch betrachtet Teil eines Bestandshauses ist (daher händische Eingabe eines Wertes für den Nutzwärmebedarf von 70 kWh/m^2*a).
5. Die „Nachdämmflächen“ aus BASiS-1 (Öko-Institut 1999) wurden durch die Flächen in der Rubrik „zu dämmende Hüllflächen“ substituiert (siehe Anhang-Kapitel 3). Dadurch wird die stoffliche Nachfrage an Dämmstoffen genauer beschrieben. Im allgemeinen reduziert sich dadurch die stoffliche Nachfrage nach Dämmstoffen, da die zu dämmenden Hüllflächen aufgrund von Überständen kleiner sind als die Flächen der Bauelemente.

Die geometrische Hülle des gegenüber BASiS-1 (Öko-Institut 1999) neuen Haustyps „Anbau“ ist in der folgenden Tabelle beschrieben.

Tabelle 4.1 Geometrische Flächen des Haustyps „Anbau“[91] mit einer Wohnfläche von 120 m^2.

Fläche	Einheit	Größe
Gründung	m^3/Haus	16
Fundament	m^2/Haus	67
Decke	m^2/Haus	140
Außenwand	m^2/Haus	91
Kellerwand	m^2/Haus	56
Dach-Hauptgebäude	m^2/Haus	95
Dach-Nebengebäude	m^2/Haus	0
Fenster	m^2/Haus	20
Innenwand	m^2/Haus	131
Innentür	m^2/Haus	22

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Die weitere stoffliche Charakterisierung der Gebäude erfolgt entlang den Ebenen:

1. Festlegung der geometrischen Flächen der Bauelementgruppen
2. Zuordnung der Bauelemente / Bauelement-Mix
3. Aufbau der Bauelemente
4. Baustoffcharakterisierung / Zuordnung GEMIS-Prozesse

4.1 Bauelemente

Die Gebäude werden stofflich über die Bauelemente bzw. durch den Bauelemente-Mix beschrieben. Die Bauelemente wiederum werden aus Baustoffen aufgebaut. Gegenüber BASiS-1 (Öko-Institut 1999) wurde der Algorithmus in BASiS-2 dahingehend verändert, dass die Summe[92] der Anteile aller Bauelemente für eine Bauelementgruppe eins ergeben muss. Sollen einzelne Bauelementgruppen nicht vollständig mit physischen Elementen beschrieben werden (z.B. Nachdämmung), so müssen „Null-Elemente“ eingesetzt werden.

Zur Modellierung der Nutzungswärme mussten die folgenden Bauelementegruppen erweitert werden. Sie werden in den folgenden Abschnitten beschrieben:

1. Fenster
2. Außenwände der Bestandshäuser NBL der Jahrgänge 1948-1990.
3. Außenwand „Holz-Passiv“
4. Nachdämmelemente

[91] Daten gelten gleichermaßen für die Haustypen Anbau-ABL und Anbau-NBL.

[92] Damit unterliegen die Nachdämmelemente der Konsistenzprüfung (Summe=1).

4.1.1 Fenster

Zur besseren Abbildung der energetischen Eigenschaften der Fenster wurden drei Klassen gebildet:

1. „Standard“ – Fenster für Bestandshäuser mit Rahmen aus Aluminium, PVC und Holz. Der U-Wert wird mit 2,5 W/(m^2*K) festgelegt.
2. Fenster „Hochgedämmt“ zum Einsatz in Neubauten oder zur Instandhaltung von Bestandshäusern. Für diese Fenster sind als Rahmenmaterial PVC und Holz vorgesehen.
3. Passivhaus Fenster mit reduziertem U-Wert in PVC und Holz.

Das Gewicht für den Rahmen ist in allen drei Varianten gleich. Für das Fensterglas werden Gewichte von 20 kg/m^2 (Standard), 30 kg/m^2 (hochgedämmt)[93] und 50 kg/m^2 (Passiv)[94] angenommen.

4.1.2 Außenwände

Die Außenwände der Bestandshäuser NBL der Jahrgänge 1948-1990 mussten gegenüber BASiS-1 weitergehend differenziert werden, um eine adäquate energetische Beschreibung zuzulassen.

Tabelle 4.2 Zusammensetzung Bauelement „B-OG-Mauerwerk-III-DDR

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Putz-Aussenputz	kg/m^2	36	36
B-Mauerstein-1,2	kg/m^2	320	-10,7
Mörtel-normal	kg/m^2	124	4,1
Putz-Innenputz	kg/m^2	28	1,7
Kalksandstein	kg/m^2	0	15,1

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Die Zusammensetzung des Bestandsmauerwerkes „B-OG-Mauerwerk-III-DDR“ (siehe Tabelle 4.2) entspricht dem „B-OG-Mauerwerk-III“ aus BASiS-I. Einziger Unterschied ist die höhere Wärmeleitfähigkeit der Mauersteine. Der gleiche Unterschied gilt für die Bestandsaußenwand „B-OG-Mauerwerk-IV-DDR.

[93] Siehe BASiS-I (Öko-Institut 1999).

[94] Eigene Abschätzung des Öko-Instituts bezüglich Überlegungen zum Aufbau und Dicke des Fensterglases (Passivhausfenster 3-lagig bei besonderer Stärke).

Tabelle 4.3 Zusammensetzung Bauelement „B-OG-Mauerwerk-IV-DDR

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Putz-Aussenputz	kg/m^2	36	36
B-Mauerstein-1,0	kg/m^2	250	-7
Mörtel-normal	kg/m^2	130	4
Putz-Innenputz	kg/m^2	28	1,7
Kalksandstein	kg/m^2	0	13,6

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Neu aufgenommen wurde eine Außenwand für Passivhäuser in Holzbauweise. Das Bauelement wurde aus dem bestehenden Bauelement „AW-OG-Holz-NEH“ (Öko-Institut 1999) abgeleitet. Die innere Schale wurde um 50 % erweitert.

Die einzelnen Baustoffe werden in der folgenden Tabelle von innen nach außen (oben nach unten) aufgeführt, so dass der Aufbau des Bauelementes nachvollzogen werden kann. Nach einer Lebensdauer von 30 a wird die Außenschale ersetzt. Der innere Teil soll eine höhere Lebensdauer von 150 Jahren (Ausnahme Gipskartonplatte = 50 Jahre) aufweisen. Entsprechend reduziert sich der Aufwand zur Instandhaltung.

Tabelle 4.4 Zusammensetzung Bauelement „AW-OG-Holz-passiv“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung 30 Jahre Lebensdauer
Gipskartonplatte	kg/m^2	12,5	7,5
Holz-Kantholz	kg/m^2	2,83	0,526
DM-Glaswolle	m^3/m^2	0,04	0,01
PE-Folie	kg/m^2	0,21	0,042
Holz-Spanplatte	kg/m^2	10,4	2,08
Holz-Kantholz	kg/m^2	36	7,5
DM-Glaswolle	kg/m^2	0,25	0,25
Holz-Weichfaserplatte	kg/m^2	7,8	7,8
Holz-Kantholz	kg/m^2	1,26	1,26
Holz-Bretter	kg/m^2	13	13

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

4.1.3 Nachdämmelemente

Die Nachdämmelemente mussten den Erfordernissen der energetischen Bilanzierung angepasst werden und „Nullelemente“ eingefügt werden. Nullelemente weisen keine Baustoffe auf. Sie dienen nur zur Erfüllung der Bilanzierungsregeln[95] auf der Ebene der Bauelementgruppen.

[95] Für jede Bauelementgruppe muss die Summe der Anteile aller eingetragenen Bauelemente eins ergeben.

Weiterhin wurde gegenüber BASiS-1 (Öko-Institut 1999) die Einheit von „kg“ auf „m^3“ geändert. Dämmstoffe werden in m^3 gehandelt und entsprechend in Statistiken geführt.

4.1.3.1 Außenwanddämmung

Für die Nachdämmung der Außenwand stehen das Nullelement, die wirtschaftliche und die technische Dämmung (vgl. hierzu Abschnitt 3.3) zur Verfügung. Nach IWU (IWU 1996) zeigt eine Dämmstoffdicke von 8 cm ein Kostenoptimum („wirtschaftliche Dämmung“, siehe AW-OG-Dämmung-wirt), die technisch realisierbare Dämmstoffdicke von 16 cm wird im Bauelement AW-OG-Dämmung-tech beschrieben. Für die Außenwanddämmung wird ein ermittelter Marktmix („AW-OG-Dämmstoffmix) an Dämmstoffen (80 % EPS, 20 % Steinwolle) zugrunde gelegt (siehe Öko-Institut 1999). Die Spezifische Einheit für Dämmung ist für die folgenden Bauelemente stets m^3 (Dämmstoffmix) je m^2 (Bauelement). In den folgenden Tabellen ist die Zusammensetzung der Bauelemente dargestellt.

Tabelle 4.5 Zusammensetzung Bauelement „AW-OG-Dämmung-tech“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
AW-OG-Dämmstoffmix	m^3/m^2	0,16	0,16
Putz-Kunstharzputz	kg/m^2	20	20

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

Tabelle 4.6 Zusammensetzung Bauelement „AW-OG-Dämmung-wirt“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
AW-OG-Dämmstoffmix	m^3/m^2	0,08	0,08
Putz-Kunstharzputz	kg/m^2	20	20

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

4.1.3.2 Kellerwanddämmung

Für die Dämmung der Kellerwand stehen die Elemente „AW-UG-Dämmung-Null“, „AW-UG-Dämmung-tech“ und „AW-UG-Dämmung-wirt“ zur Verfügung. Für die Dämmung wird ein Mix aus Dämmstoffen (AW-UG-Dämmstoffmix) mit 80 % XPS, 5 % EPS und 15 % Steinwolle angesetzt.

Tabelle 4.7 Zusammensetzung Bauelement „AW-UG-Dämmung-wirt“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
AW-UG-Dämmstoffmix	m^3/m^2	0,05	0,05

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

Tabelle 4.8 Zusammensetzung Bauelement „AW-UG-Dämmung-tech“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
AW-UG-Dämmstoffmix	m^3/m^2	0,1	0,1

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

4.1.3.3 Kellerdeckendämmung

Im Bestand wird die Kellerdeckendämmung (Kellerdecken-Dämmungs-mix = 90 % EPS, 10 % XPS) bevorzugt eingesetzt. Neben dem Nullelement, wird die technische und wirtschaftliche Variante bilanziert.

Tabelle 4.9 Zusammensetzung Bauelement „Kellerdecke-Dämmung-tech“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Kellerdecke-Dämmungs-Mix	m^3/m^2	0,08	0,08

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

Tabelle 4.10 Zusammensetzung Bauelement „Kellerdecke-Dämmung -wirt“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Kellerdecke-Dämmungs-Mix	m^3/m^2	0,04	0,04

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

4.1.3.4 Steildach- / Flachdachdämmung

Für beide Typen von Dämmung kann das Nullelement „Dämmung-Dach-null“ eingesetzt werden, um im BASiS-Modell die Nachdämmelementgruppe auf 1 aufzufüllen und damit eine Konsistenzprüfung[96] zu erlauben. Da die Steildachdämmung schon längere Zeit eingesetzt wird, wurde zusätzlich zur wirtschaftlichen und technischen Variante eine historische Variante mitbilanziert. Sie weist eine andere energetische Qualität (falsche Montage etc.) auf (vgl. unterschiedliche U-Werte).

Der Steildach-Dämmstoff-Mix besteht zu 95 % aus Mineralwolle und 5 % EPS.

Tabelle 4.11 Zusammensetzung Bauelement „Steildach-Dämmung -alt“, U-Wert=0,5 W/m^2K.

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Steildach-Dämmstoff-Mix	m^3/m^2	0,112	0,112

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

[96] Alle Anteile von Bauelementen einer Bauelementgruppe muss eins (=100 %) ergeben. Die Konsistenzprüfung verhindert somit Fehleingaben.

Tabelle 4.12 Zusammensetzung Bauelement „Steildach-Dämmung -wirt“, U-Wert=0,4 W/m^{2}K.

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Steildach-Dämmstoff-Mix	m^3/m^2	0,112	0,112

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

Tabelle 4.13 Zusammensetzung Bauelement „Steildach-Dämmung -tech“, U-Wert=0,22 W/m^{2}K.

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Steildach-Dämmstoff-Mix	m^3/m^2	0,216	0,216

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

Für Flachdächer, die für bestimmte Haustypen aus den 60-iger und 70-iger Jahren eine Rolle spielen, sind ebenfalls die wirtschaftliche und technische Variante entwickelt worden. Der Flachdach-Dämmstoff-Mix besteht zu 60 % EPS, 20 % XPS und 20 % Glaswolle.

Tabelle 4.14 Zusammensetzung Bauelement „Flachdach-Dämmung -tech“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Flachdach-Dämmstoff-Mix	m^3/m^2	0,22	0,22

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

Tabelle 4.15 Zusammensetzung Bauelement „Flachdach-Dämmung -wirt“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
Flachdach-Dämmstoff-Mix	m^3/m^2	0,16	0,16

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

4.1.3.5 Oberste Geschossdeckendämmung

Analog der Aufstellung zum Dach wird auch für die Dämmung der obersten Geschossdecke das Nullelement, eine alte sowie eine wirtschaftliche und eine technische Variante bilanziert. Zur Dämmung der Geschossdecke wird vereinfacht die Dämmung mit expandiertem PolyStyrol (PS) angenommen, da dieser Dämmstoff hierfür sehr häufig angewendet wird.

Tabelle 4.16 Zusammensetzung Bauelement „Dämmung –OG-Decke-alt“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
DM-PS-exp.	m^3/m^2	0,04	0,04

Eigene Annahmen des Öko-Instituts

Tabelle 4.17 Zusammensetzung Bauelement „Dämmung –OG-Decke-wirt“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
DM-PS-exp.	m^3/m^2	0,06	0,06

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

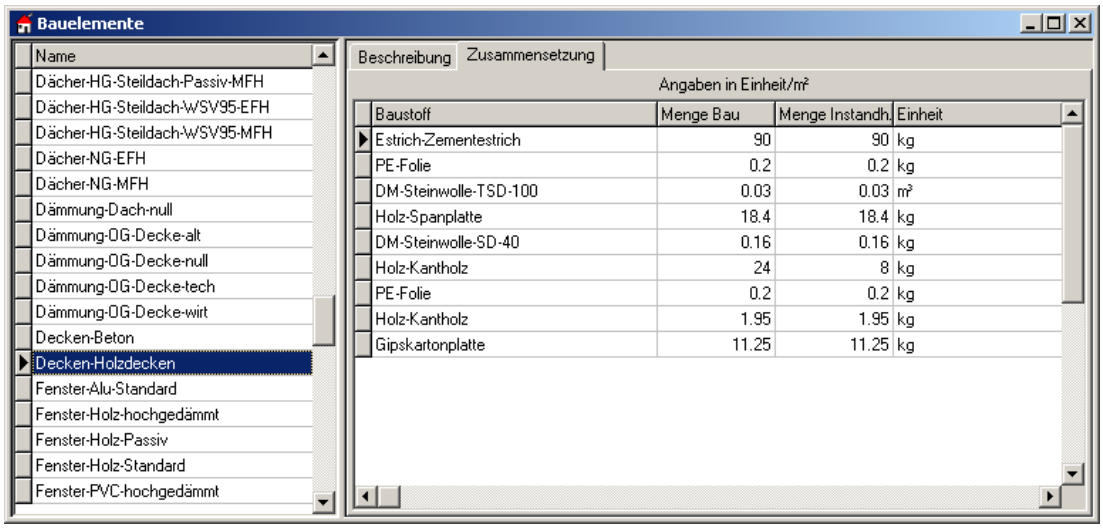
Tabelle 4.18 Zusammensetzung Bauelement „Dämmung –OG-Decke-tech“

Baustoff	Einheit	Menge Bau	Menge Instandhaltung
DM-PS-exp.	m^3/m^2	0,12	0,12

(IWU 1996), (Öko-Institut 1999)

4.1.4 Eingabe Bauelemente

Abbildung 4.1 Aufbau Bauelemente



Die Bauelemente werden aus Baustoffen aufgebaut. Im Blatt „Zusammensetzung“ der Bauelemente ist die Zusammensetzung des Bauelementes aus Baustoffen abgelegt. Es werden die Rubriken „Menge Bau“ und „Menge Instandhaltung“ unterschieden. Gegenüber BASiS-1 ist bei der Eingabe auf die Einhaltung der neu eingeführten Mengenangabe (kg bzw. m^3) in den angezeigten Einheiten zu achten.

Die Eingabe der Zahlenwerte unterliegt folgenden Konventionen:

1. „Menge Bau“ gibt die Baustoffmenge bei Ersterrichtung an.
2. „Menge Instandhaltung“ (positiver Zahlenwert) gibt die Menge an Baustoffen an, die bei der Instandhaltung als Bauschutt anfallen und ersetzt werden.
3. „Menge Instandhaltung“ (negativer Zahlenwert) gibt die Menge an Baustoff an, die bei der Instandhaltung nur als Baustoff anfallen und nicht ersetzt werden. Ein typisches Beispiel für diesen Fall sind historische Baustoffe, die nicht mehr produziert werden.

4. „Menge Bau“ ist null und „Menge Instandhaltung“ (positiver Zahlenwert): Ein Baustoff wird bei Instandhaltung neu in das Bauelement eingesetzt.

Wird zum Beispiel ein altes Mauerwerk erneuert, so werden für die alten Mauersteine in „Menge Instandhaltung“ ein negativer Wert eingetragen. Zusätzlich wird für einen neuen Baustoff, z.B. Kalksandstein, die „Menge Bau“ mit null und die „Menge Instandhaltung“ mit einem positiven Zahlenwert angegeben. Das alte Mauerwerk wird also durch eine bestimmte Menge Kalksandstein ersetzt.

4.2 Baustoffe

Die Bauelemente werden aus Baustoffen aufgebaut. Im Datenblatt „Baustoffe“ werden die Baustoffe selber GEMIS Prozessen zugewiesen. Des weiteren werden an dieser Stelle:

1. komplexe Baustoffe synthetisiert und die einzelnen Bestandteile zusammengesetzter Baustoffe getrennt ihren GEMIS Prozessen zugewiesen.
2. eine zeitabhängige Zuweisung zu GEMIS Prozessen durchgeführt.

Über den betrachteten Szenariozeitraum von 25 Jahren verändern sich die Prozesse zur Herstellung von Baustoffen. Diese Änderung wird über Stützprozesse in GEMIS abgebildet. Im allgemeinen wird die Baustoffherstellung für das Jahr 2000 und 2025 in GEMIS dargestellt und dazwischen linear interpoliert. Diese Interpolation wird im Blatt „Baustoffe“ eingegeben.

Weiterhin lassen sich Baustoffe, die aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt sind, an dieser Stelle in ihre Einzelstoffe separieren. Es besteht die Möglichkeit, den Baustoff in 3 Einzelbaustoffe (GEMIS Prozesse) aufzuteilen.

In der folgenden Tabelle sind diejenigen Baustoffe aufgelistet, die in verschiedene GEMIS Prozesse aufgeteilt werden.

Tabelle 4.19 Auflistung der Baustoffe, die aus verschiedenen GEMIS Prozessen gespeist werden.

Baustoff	Anteil 1	Baustoff 1	Anteil 2	Baustoff 2	Anteil 3	Baustoff 3
Alu-Blech	0,300	Aluminium-D	0,700	Aluminium-Import		
Außenwand-OG-Dämmstoffmix	0,200	Steinwolle	0,800	EPS		
Außenwand-UG-Dämmstoff-mix	0,850	EPS	0,150	Flachglas		
Dachdeckung-EFH	0,587	Betondachsteine	0,053	Dach-Tonbieber	0,360	Dach-Tonziegel
Dachdeckung-EFH-alt	0,422	Betondachsteine	0,127	Dach-Tonbieber	0,451	Dach-Tonziegel
Dachdeckung-MFH	0,894	Betondachsteine	0,106	Dach-Tonziegel		
Dachdeckung-MFH-alt	0,791	Betondachsteine	0,053	Dach-Tonbieber	0,156	Dach-Tonziegel
Flachdach-Dämmstoff-mix	0,873	EPS	0,127	Glaswolle		
hydraulisch gebundene Bodenverfest.	0,040	Zement	0,960	Splitt		
Stahlbetonfertigteil (Volumen)	0,853	Beton	0,147	Stahl		
Steildach-Dämmstoff-mix	0,070	EPS	0,153	Steinwolle	0,777	Glaswolle

Die Baustoffe werden zur einfacheren Auswertung klassifiziert und in Gruppen zusammengefasst. Die Gruppen werden zu Hauptgruppen gebündelt. Für diese Aggregation ist es notwendig, dass alle Baustoffe einer Hauptgruppe dieselbe Einheit (kg, m^3) aufweisen.

Tabelle 4.20 Zusammenfassung der Baustoffe in Gruppen und Hauptgruppen.

Baustoff	**Gruppe**	**Hauptgruppe**
DM-Glaswolle	Dämmstoffe-andere	Dämmstoffe
DM-PS-extr.	Dämmstoffe-andere	Dämmstoffe
DM-Steinwolle-TSD-100	Dämmstoffe-andere	Dämmstoffe
Glaswolle (Dichte 100)- (Volumen)	Dämmstoffe-andere	Dämmstoffe
Mineralwolle (Dichte 100)-(Volumen)	Dämmstoffe-andere	Dämmstoffe
PUR-Hartschaum-Dichte 100- (Volumen)	Dämmstoffe-andere	Dämmstoffe
Flachdach-Dämmstoff-mix	Dämmstoffe-Fl-Dach	Dämmstoffe
Außenwand-OG-Dämmstoffmix	Dämmstoffe-OG	Dämmstoffe
Steildach-Dämmstoff-mix	Dämmstoffe-Stl-Dach	Dämmstoffe
Außenwand-UG-Dämmstoff-mix	Dämmstoffe-UG	Dämmstoffe
Kellerdecke-Dämmung-mix	Dämmstoff-Kellerdecke	Dämmstoffe
Holz-Hartfaserplatte	Holzfaserplatten	Holz/Holzwerkstoffe
Holz-Kantholz	Holz-massiv-gross	Holz/Holzwerkstoffe
Holz-Bretter	Holz-massiv-kein	Holz/Holzwerkstoffe
Holz-Täfelung (Nut-und Feder)	Holz-massiv-kein	Holz/Holzwerkstoffe
Holz-Spanplatte	Holzwerkstoffplatten	Holz/Holzwerkstoffe
Holz-Weichfaserplatte	Holzwerkstoffplatten	Holz/Holzwerkstoffe
Duktilguss	Eisen/Stahl	Metalle
Grauguss	Eisen/Stahl	Metalle
Stahl (Armierung)	Eisen/Stahl	Metalle
Stahl (T-Träger)	Eisen/Stahl	Metalle
Stahl-Blech	Eisen/Stahl	Metalle
Stahl-Rispenband	Eisen/Stahl	Metalle
Alu-Blech	NE-Metalle	Metalle
Titanzinkblech	NE-Metalle	Metalle
Dachdeckung-EFH	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Dachdeckung-EFH-alt	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Dachdeckung-MFH	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Dachdeckung-MFH-alt	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Kies	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Sand	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Zement	Baustoffe-andere	Mineralische Baustoffe
Beton B15	Beton	Mineralische Baustoffe
Beton B20	Beton	Mineralische Baustoffe
Beton B25	Beton	Mineralische Baustoffe
Beton B5	Beton	Mineralische Baustoffe
Beton-B10	Beton	Mineralische Baustoffe

Kalksandstein	Mauerwerk	Mineralische Baustoffe
Leichtbetonstein	Mauerwerk	Mineralische Baustoffe
Porenbetonstein	Mauerwerk	Mineralische Baustoffe
Ziegel-Mauerwerk	Mauerwerk	Mineralische Baustoffe
Estrich-Zementestrich	Putze	Mineralische Baustoffe
Mörtel-Dünnbettmörtel	Putze	Mineralische Baustoffe
Mörtel-normal	Putze	Mineralische Baustoffe
Putz-Außenputz	Putze	Mineralische Baustoffe
Putz-Innenputz	Putze	Mineralische Baustoffe
Putz-Kunstharzputz	Putze	Mineralische Baustoffe
Putz-Wärmedämmputz	Putze	Mineralische Baustoffe
Beton-DS	Strasse-Deckschicht	Strassenbaumaterialien
Bitumen-BS	Strasse-Deckschicht	Strassenbaumaterialien
Bitumen-DS	Strasse-Deckschicht	Strassenbaumaterialien
Plattenbelag	Strasse-Deckschicht	Strassenbaumaterialien
Strassenpflaster	Strasse-Deckschicht	Strassenbaumaterialien
Betonrohr (unbewehrt)	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Kiessand (0/16)	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Kies-Volumen	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Sand (Volumen)	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Schotter	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Splittsand (0/11)	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Verlegesand	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Zementmörtel-Auskleidung (Volumen)	Strasse-Füllung	Strassenbaumaterialien
Bitumen-TS	Strasse-Tragschicht	Strassenbaumaterialien
Bodenverfestigung	Strasse-Tragschicht	Strassenbaumaterialien
FSS-Material	Strasse-Tragschicht	Strassenbaumaterialien
HGT-Hydraulisch gebundene Tragschicht	Strasse-Tragschicht	Strassenbaumaterialien
hydraulisch gebundene Bodenverfest.	Strasse-Tragschicht	Strassenbaumaterialien
Bitumendichtungsbahn	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Bitumen-Heissanstrich	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Bitumen-Kaltanstrich	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-Mauerstein-1,2	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-Mauersteine-1,0	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-Mauerstein-EFH-0,7	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-Mauerstein-MFH-1,4	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-TSD-alt	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-Vollziegel-1,8	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
B-Ziegel/Steine-1,8	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
DM-Steinwolle-SD-40	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Faserzement	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Faserzementplatten	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Fenster-Alu	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Fenster-Fensterglas	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Fenster-Holz	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet

Fenster-PVC	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
GFK-Kunststoff	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Gipskartonplatte	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
PE (Volumen)	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
PE-Folie	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
PVC (Volumen)	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Stahl (volumen)	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Stahlbetonfertigteil (Volumen)	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet
Steinzeug (Abwasser)	nicht zugeordnet	nicht zugeordnet

Als interessante Hauptgruppen wurden Dämmstoffe, Holz, mineralische Baustoffe und Straßenbaumaterialien identifiziert. Für eine Reihe von Baustoffen erscheint eine Zuordnung nicht sinnvoll, da sie aus heterogenen Materialien bestehen, z.B. Fenster[97]. Diese wurden als „nicht zugeordnet“ klassifiziert.

4.3 Literatur zu Anhang IV

IWU (1996): Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte, Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

Öko-Institut (1999): Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung, M. Buchert u.a., Endbericht zum UBA-Forschungsprojekt FKZ Nr. 295 92 148, UBA-Reihe Texte 47/99, Berlin.

[97] Fenster sind als Kategorie in der Auswertung Bauelemente erfasst.

5 Anhang V: Stoffliche und energetische Prozesse

In BASiS-2 erfolgt eine Kopplung der Heizenergie- und Baustoff-Lieferanten an die Ergebnisse des Computerprogramms GEMIS[98], d.h. die Umwelteffekte, die von diesen Lieferanten ausgehen, werden in GEMIS bilanziert und die Ergebnisse an BASiS-2 durch eine elektronische Schnittstelle übergeben (vgl. Endbericht zu BASiS-2, Kapitel 4).

Im folgenden werden die wichtigsten Annahmen zu diesen Lieferprozessen dargestellt.

5.1 Modellierung der Lieferprozesse für Heizenergie

Die Heizenergiebereitstellung wird in BASiS-2 durch Heizanlagen abgebildet, die alle Umweltindikatoren und Ressourcenbedarfe aggregiert enthalten. Die Berechnung dieser Kenngrößen erfolgte außerhalb von BASiS mit GEMIS, dessen Stammdatenbasis zur Abbildung der Energiebereitstellung in Deutschland in den Jahren 2000 (Basisjahr) und 2025 (Endjahr der Szenarien) ergänzt wurde[99]. Dabei gingen die im Kapitel dargestellten Nutzungsgrade der Heizsysteme bis 2025 ein.

Alle Prozesswärme- und Stromlieferanten liegen in der GEMIS-Datenbasis schon für die Jahre 2000 und 2020 vor, bei den für BASiS-2 nötigen Fortschreibungen bis 2025 wurden generell keine Verbesserungen der Prozesseigenschaften und Vorketten angenommen.

Aus diesen Grundprozessen werden für Strom und industrielle Prozesswärme in GEMIS sog. „Mixer“ erstellt, in denen die prozentualen Anteile der einzelnen Lieferprozesse an dem Output Strom bzw. Prozesswärme angegeben sind.

Diese Lieferanteile sind in GEMIS für die Jahre 2000 und 2020 enthalten und wurden für BASiS-2 auf 2025 fortgeschrieben.

Dies gilt auch für die Bereitstellung von Rohöl, Erdgas und Steinkohle aus verschiedenen Quellen und Lieferregionen, für die jeweils Mixer die Verhältnisse der Jahre 2000 und 2025 abbilden.

Die Transporte in den Prozessketten wurden generell durch Daten des Jahres 2000 abgebildet, da hier keine Fortschreibung bis 2025 vorliegt.

Wichtige Kenngröße für alle Energieprozesse ist die Strombereitstellung durch den Kraftwerkspark in Deutschland, dessen Struktur die folgende Tabelle zeigt.

---

[98] Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4, siehe www.gemis.de

[99] Die entsprechenden GEMIS-Datensätze stehen dem Umweltbundesamt auf Datenträger zur Verfügung.

Tabelle 5.1 Struktur der Stromerzeugung in den Szenarien

Kraftwerkstyp	**2000**	**2025**
Steinkohle	27,5 %	23,5 %
Braunkohle	26,0 %	25,0 %
Gas	9,5 %	30,0 %
Öl	1,0 %	0,0 %
AKW	28,1 %	0,0 %
Müll, Sonstige	2,8 %	5,0 %
Wasser	3,5 %	4,5 %
Wind	1,1 %	10,0 %
Solar	0,0 %	0,5 %
Holz	0,5 %	1,5 %
Summe	**100,0 %**	**100,0 %**

Quelle: GEMIS 4.1 sowie Annahmen des Öko-Instituts für 2025 auf Basis von Prognos/EWI (1999)

Der Mix der Prozesse zur Stromerzeugung wurde auf Basis von Prognos/EWI (1999) für 2000 angesetzt, die Werte für 2025 beruhen auf einer linearen Fortschreibung der Werte für 2020 unter Berücksichtigung der AKW-Stilllegungen.

Als weitere wichtige Prozesse gelten die Prozesswärmelieferanten für die Industrie, deren Mix die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle 5.2 Mix der industriellen Prozesswärmebereitstellung

	2000	**2025**
Steinkohle	21,3 %	10,0 %
Braunkohle	4,2 %	0,0 %
Gas	57,8 %	75,0 %
Öl	16,7 %	15,0 %
Summe	**100,0 %**	**100,0 %**

Quelle: GEMIS 4.1 sowie Annahmen des Öko-Instituts für 2025 auf Basis von Prognos/EWI (1999)

Der Mix der Prozesse zur Prozesswärmebereitstellung wurde ebenfalls nach Prognos/EWI (1999) für 2000 angesetzt, die Werte für 2025 beruhen auf einer linearen Fortschreibung der dort angenommenen Trends von 2000 bis 2020.

Bei den Vorketten der Heiz- und Prozesswärmebereitstellung sowie der Stromerzeugung gehen Liefermixe ein, die sich im Zeitverlauf der Szenarien ebenfalls linear ändern. Die entsprechenden Lieferanteile zeigen die folgenden Tabellen.

Tabelle 5.3 Mix der Rohölbereitstellung in den Szenarien

	2000	**2025**
BRD	2 %	0 %
EU	20 %	25 %
GUS	24 %	25 %
OPEC	54 %	50 %
Summe	**100,0 %**	**100,0 %**

Quelle: GEMIS 4.1 (für Jahr 2000) sowie Annahmen des Öko-Instituts für 2025

Tabelle 5.4 Mix der Erdgasbereitstellung in den Szenarien

	2000	**2025**
BRD	18,0 %	10,0 %
GUS	32,0 %	40,0 %
NL	20,0 %	15,0 %
NOR	30,0 %	35,0 %
Summe	**100,0 %**	**100,0 %**

Quelle: GEMIS 4.1 (für Jahr 2000) sowie Annahmen des Öko-Instituts für 2025

Tabelle 5.5 Mix der Steinkohlebereitstellung in den Szenarien

	2000	**2025**
BRD	85,0 %	50,0 %
GUS	1,5 %	5,0 %
PL	1,5 %	5,0 %
RSA	3,8 %	12,5 %
USA	8,3 %	27,5 %
Summe	**100,0 %**	**100,0 %**

Quelle: GEMIS 4.1 (für Jahr 2000) sowie Annahmen des Öko-Instituts für 2025

5.2 Modellierung der stofflichen Prozesse

Die Modellierung der stofflichen Prozesse wurde analog den energetischen Prozessen durchgeführt. Gegenüber BASiS-1 werden die Prozesse hinsichtlich der Szenarien nicht mehr generell differenziert. Einzige Ausnahme ist die Modellierung von Rezyklatbeton (siehe unten).

Die Modellierung der zeitlichen Entwicklung der liefernden Prozesse findet in BASiS-2 statt. Die Prozesse für die notwendigen Stützzeitpunkte für das Jahr 2000 und 2025 werden in GEMIS modelliert:

1. Prozesse für das Jahr 2000 sind existierende GEMIS Prozesse.
2. Prozesse für das Jahr 2025 basieren im allgemeinen auf den GEMIS Prozessen für das Jahr 2000. Die energetischen Anbindungen der Prozesse (Strom, Kraft, Wärme) wurden auf Bereitstellungsprozesse des Jahres 2025 (siehe oben) umgestellt. Die materialliefernden Inputprozesse wurden nicht umgestellt, soweit sie nicht selbst baustoffliefernde Prozesse darstellen.
3. In ausgewählten Prozessen für das Jahr 2025 wurden die Material- und Energiekennziffern entsprechend dem abgeschätzten technologischen Fortschritt verändert. Datengrundlagen hierfür sind die Recherchen zu BASiS-1. Sie werden im folgenden dokumentiert.

Tabelle 5.6 Veränderung Ziegelmauerwerk (GEMIS 4.1)

	Einheit	Jahr 2000	Jahr 2025
Erdgas	MJ/kg	1,31	1,05
Strom	MJ/kg	0,15	0,15

Tabelle 5.7 Veränderung Zementklinker (GEMIS 4.1).

	Einheit	Jahr 2000	Jahr 2025
Prozesswärme	MJ/kg	3	2,51

Tabelle 5.8 Veränderung Zement (GEMIS 4.1).

	Einheit	Jahr 2000	Jahr 2025
Strom	MJ/kg	0,325	0,3

Für die Stahlproduktion wurde nur der Mix von Elektro- zu Oxygenstahl verändert. Der damit verbundene erweiterte Einsatz von Schrott und die Reduktion des Energieträgerbedarfs (Reduktionsmittel Koks) führt zu einer deutlichen Energieeinsparung.

Tabelle 5.9 Veränderung Stahl (GEMIS 4.1).

	Einheit	Jahr 2000	Jahr 2025
Oxygen- / Hochofenstahl	%	80	65
Elektrostahl	%	20	35

Der Einsatz von Recyclingmaterial ist im Hochbau aufgrund der Qualitätsanforderungen und Qualitätssicherung begrenzt[100]. Ein Beispiel für den Einsatz von Recyclingmaterial bietet das sogenannte Betonrecycling. Dabei wird Abbruchbeton aufgearbeitet und als Kies- und Sandersatz in neuen Beton eingesetzt. Für das Nachhaltigkeitsszenario wird der verstärkte Einsatz von Recyclingbeton gegenüber dem Referenzszenario modelliert. Strom und Zementbedarf für die Betonherstellung bleiben für beide Szenarien gleich.

Tabelle 5.10 Substitution von Kies und Sand durch Recyclingbeton in Betonen, (kg Rezyklat/t Beton) (GEMIS 4.1).

Beton	Jahr 2000	Referenzszenario Jahr 2025	Nachhaltigkeitsszenario Jahr 2025
B 5	0	44	305
B 10	0	41	288
B 15	0	40	277
B 20	0	39	273
B 25	0	39	270

5.3 Abgrenzung der energetischen Infrastruktur zwischen GEMIS und BASiS-2

Im Stoffstrommodell BASiS-1 (vgl. Öko-Institut 1999) erfolgte die datenseitige Abbildung der energetischen Infrastruktur-Bauelemente (Stromkabel, Gas- und Fernwärmerohre) durch die Kopplung an das Computermodell GEMIS, das komplette Lebenswege für Energieprozesse enthält.

Im Stoffstrommodell BASiS-2 wurden neben den Verkehrstrassen auch die Infrastrukturanteile für Wasser und Abwasser einbezogen, soweit sie der inneren Erschließung der Wohngebäude dienen (vgl. näher Anhang, Kap. 6.5.4).

[100] Siehe dazu unter anderem: DAfStb-Baustoffkreislauf-Richtlinie, Teil 1 und 2. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin 1998.

Hier stellte sich die Frage, ob neben der stofflichen Infrastruktur zu Wasser- und Abwasserleitungen auch die energetischen Infrastrukturen (Strom Erdgas, Fernwärme) in BASIS-2 modellseitig einbezogen werden oder wie bislang in GEMIS modelliert und dann über die elektronische Datenkopplung an BASiS-2 übergeben werden sollten. Nach einer intensiven Diskussion der Projektpartner mit dem UBA wurde die folgende Aufteilung zwischen den Modellen GEMIS und BASiS-2 als sinnvoll eingestuft und die Daten entsprechend implementiert:

Tabelle 5.11 Schema zur Modellierung der stofflichen und energetischen Infrastruktur in BASiS-2

Modell	**stofflich**		**Energetisch**		
	Wasser	**Abwasser**	**Gas**	**Fernwärme**	**Strom**
BASiS-2	Spezifische Kenndaten zu Materialvorleistung je m Weglänge		Daten zum Heizsystem-Mix		
	Berechnung durch Wohngebietsstrassen über Infrastrukturkennwerte (m Leitung je m^2 VEF)		Berechnung der Heizwärmebedarfe aus Gebäudedaten		
Schnittstelle	m^3 bzw. kg		kWh bzw. MJ		
GEMIS 4	Vorketten für Stoffe	Vorketten für Stoffe	Vorketten + Netz bis Haus (inkl. Materialaufwand)	Heizwerke/Heizkraftwerke + Vorketten + Netze bis Haus (inkl. Materialaufwand)	Kraftwerke + Vorketten + Netz bis Haus (inkl. Materialaufwand)
	Berechnung Umwelteffekte		Berechnung Umwelteffekte		

Quelle: Öko-Institut

Die modellseitige Trennung in die stofflichen (BASiS-2) und energetischen (GEMIS 4) Teilmengen der Infrastruktur ist aus folgenden Gründen notwendig:

- Die *stoffliche* Infrastruktur bewirkt Umwelteffekte nur über ihre Materialvorleistung (Herstellung der Stoffe), d.h. es entstehen keine direkten Schadstoffemissionen. Verluste (z.B. Wasser) bewirken keine weiteren Emissionen in der Vorkette, da BASiS-2 keine Wasserbilanz berechnet und auch keine Abwasserparameter enthält. Die Berechnung der Materialmengen der „Unterverteilung" für Wasser- und Abwasserkanäle bzw. Rohre in den Wohnstraßen ist in 1. Näherung weglängenproportional, während die darüber hinausgehenden Infrastrukturen (Hauptsammler, Fernwassertransport, Kläranlagen usw.) dies nicht sind.

- Die *energetische* Infrastruktur bewirkt zwar *auch* Umwelteffekte über ihre Materialvorleistung (Herstellung), diese sind jedoch gegenüber den *direkten* Emissionen aus der Bereitstellung der Energieträger bzw. ihrer Nutzung in Heizungen (Öl, Gas, Kohle) etwa 100-fach kleiner – sie liegen i.d.R. unter 0,1 % der direkten Emissionen, wie eine mit GEMIS durchgeführte Modellrechnung zeigt, die weiter unten wiedergegeben ist. Durch Verluste in den Trassen (Erdgas, Fernwärme, Strom) wird der Bereitstellungsaufwand erhöht und es gibt z.T. direkte Emissionen (CH_4 bei Gasleitungen). Diese Verluste sind i.d.R. *nicht direkt* weglängenproportional, sondern auch wesentlich durch *nichtlineare* Elemente (Übergabestationen, Transformatoren, Lecks an Dichtungen) bestimmt.

Die Aufteilung in die „wegeproportionalen" Anteile der Infrastruktur, die in BASIS-2 an die Haustypen gekoppelt werden können, und in die „nicht-proportionalen" Anteile, für die in GEMIS eine (detailliertere) Berechnung erfolgt, ist damit *systematisch konsistent* möglich.

Der zweite Grund für die Trennung betrifft die Konsistenz der *Szenarioannahmen* zu den Heizsystemen, die ja die energetische Infrastruktur „antreiben":

In BASIS-2 werden Heizsysteme *unabhängig* von der Haustypen- und Raumtypen-Wahl über ein Mix für Ein- bis Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser eingegeben, differenziert nach Bestand und Neubau sowie nach ABL/NBL. Hintergrund ist hier, dass eine Eichung der Eingabedaten durch Energieszenarien nur auf der hochaggregierten Ebene von Ein- bis Zweifamilienhäusern bzw. Mehrfamilienhäusern vorliegt und eine raumtypendifferenzierte Zuordnung fehlt.

Der Ausbau der Erdgasnetze ist in Deutschland sehr weit fortgeschritten, und auch der Ausbau der Nah/Fernwärme ist nicht mehr durch Raumtypen (z.B. innerstädtische Verdichtung) gekennzeichnet, sondern durch die Verfügbarkeit von (größeren) Wärmeverbrauchern, die als Ausgangspunkt lokaler Netze dienen können.

Würde nun – rein theoretisch – die Modellierung der Energieinfrastruktur in BASiS-2 so wie bei der stofflichen Infrastruktur erfolgen, also die Gas-, Fernwärme- und Stromtrassen in den Wohnstraßen über Kopplungsparameter (m/m^2 VEF) berechnet werden, müsste bei jeder Änderung der Szenarioannahmen erst eine *sehr aufwändige* Abgleichsrechnung folgen:

- Die lokalen Gasnetze dürften nur dort berücksichtigt werden, wo auch Gasheizungen als Szenarioannahmen bestehen – hierzu gibt es jedoch keine explizite Vorgaben und auch keine sinnvolle Eichungsmöglichkeit. Es müsste daher ein *komplett synthetischer* Hilfsparameter erfunden werden. Einzig eine Orientierung am Raumtyp „ländlich" wäre möglich (= wenig Erdgas, wenig Fernwärme, wenig Stromheizungen).
- Gleiches gilt für die Nah- und Fernwärmenetze, wobei hier eine – auch nur grobe – raumtypenspezifische Aufteilung des Zubaus keinen Sinn macht.

- Bei allen Trassen müssten über die berechneten Trassenlängen dann die (in GEMIS modellierten) Verluste *per Hand* – oder über eine zusätzliche, extrem komplexe Berechnungsvorschrift in BASIS-2 – mit den vorgelagerten Prozessketten in GEMIS abgeglichen werden, damit die Stromverluste und Erdgasleckagen weiterhin korrekt bestimmt werden.

Durch die in BASiS-2 implementierte modellseitige Trennung der „energetischen" Infrastrukturteile werden die mit der Infrastruktur verknüpften Umwelteffekte (durch deren Materialvorleistungen) in GEMIS abgebildet und über die Datenkopplung an BASiS-2 als Ergebnis übergeben – die Effekte werden somit in den Ergebnissen von BASiS-2 berücksichtigt, aber nicht explizit in BASiS-2 modelliert.

Im folgenden sind die Ergebnisse einer Modellrechnung wiedergegeben, die zeigt, wie viel Material bzw. Rohstoffe *pro Haus* durch die lokale Energieinfrastruktur (örtliche Gas- und Fernwärmeleitungen, örtliches Stromnetz) pro Jahr benötigt werden – und die den Unterschied zu einer Rechnung *ohne lokale* Infrastruktur ermittelt[101].

Zuerst wurden mit dem Computerprogramm GEMIS 4 (vgl. ÖKO 2001) 6 Varianten berechnet, die jeweils für Gasheizung und Nahwärme sowie das lokale Stromnetz (für Hilfsenergie der Heizung) einmal *mit* und einmal *ohne* den Materialaufwand für die *lokale* Energie-Infrastruktur (Netze bzw. Rohre) abbilden. Daraus ergeben sich die folgenden Ergebnisse für die Umwelteffekte (bezogen auf den jeweils bereitgestellten Output):

Tabelle 5.12 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Erdgasnetz

Emissionen in [g/kWh]	**CO_2-**	**SO_2-**	**Asche**	**KEA**
	Äquivalent	**Äquivalent**		**(kWh/kWh)**
Gas-Heizung inkl. Lokales Netz **mit Mater.**	295,07	0,18	0,70	1,37
Gas-Heizung inkl. Lokales Netz **o. Mater.**	295,03	0,18	0,70	1,37
Verhältnis ohne/mit Materialien	99,98 %	99,92 %	99,99 %	99,99 %
d.h. Effekt der Materialien	0,015 %	0,093 %	0,005 %	0,011 %

[101] Die überörtliche Energieinfrastruktur (nationales Strom- und Gasnetz auf Hochspannungs- bzw. Hochdruckebene) wird ebenfalls in GEMIS abgebildet und in den Ergebnissen berücksichtigt, sie ist jedoch gegenüber der Heizungswahl für Haustypen in BASiS invariant: die überörtlichen Versorgungssysteme sind unabhängig davon nötig, ob lokal ein Gas- oder Stromanschluss erfolgt.

Tabelle 5.13 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Stromnetz

Emissionen [g/kWh]	**CO_2-**	**SO_2-**	**Asche**	**KEA**
	Äquivalent	**Äquivalent**		**(kWh/kWh)**
Stromnetz inkl. lokalem Netz **mit Mater.**	687,48	0,84	57,11	2,98
Stromnetz inkl. lokalem Netz **o. Mater.**	687,29	0,84	57,11	2,98
Verhältnis ohne/mit Materialien	99,97 %	99,88 %	99,99 %	99,98 %
d.h. Effekt der Materialien	0,028 %	0,117 %	0,010 %	0,018 %

Tabelle 5.14 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Nahwärmenetz

Emissionen [g/kWh]	**CO_2-**	**SO_2-**	**Asche**	**KEA**
	Äquivalent	**Äquivalent**		**(kWh/kWh)**
Nahwärme inkl. lokalem Netz **mit Mater.**	320,40	0,30	1,87	1,48
Nahwärme inkl. lokalem Netz **o. Mater.**	320,08	0,30	1,87	1,48
Verhältnis ohne/mit Materialien	99,90 %	99,55 %	99,74 %	99,93 %
d.h. Effekt der Materialien	0,102 %	0,446 %	0,261 %	0,070 %

Die GEMIS-Modellrechnungen zeigen jeweils nur sehr geringe Unterschiede (deutlich kleiner als 1 %) für die Berechnungen einmal *mit* und einmal *ohne* den Materialaufwand für die *lokale* Energie-Infrastruktur.

Im zweiten Schritt wurden die Modellrechnungen mit GEMIS 4 daraufhin analysiert, welche Unterschiede es in den Material- und Rohstoffmengen gibt, die mit der lokalen Energie-Infrastruktur für Gasheizungen und Fernwärme (sowie anteilig Strom) verbunden sind – auch diese werden in BASiS-2 als Ergebnis von Szenarien mit ausgegeben.

Die folgende Tabelle zeigt das Ergebnis dieser Analyse:

Tabelle 5.15 GEMIS-Modellrechnung: Effekte für Erdgas-, Strom- und Nahwärmenetz (Material- und Rohstoffbedarf)

in kg/kWh Wärme bzw. Strom	Gas-Heizung			Strom (Hilfsenergie für Hzg.)			Nahwärme		
GEMIS-Prozess	**mit Mat.**	**ohne Mat.**	**delta**	**mit Mat.**	**ohne Mat.**	**Δ**	**mit Mat.**	**ohne Mat.**	**delta**
Chem-Org\HDPE	3,97E-06	4,38E-08	3,92E-06	3,76E-06	3,76E-06	7,10E-12	2,06E-05	4,20E-06	1,64E-05
Metall\Aluminium-mix-D	4,99E-07	4,98E-07	4,72E-10	4,18E-05	3,12E-05	1,06E-05	1,25E-06	1,25E-06	3,20E-09
Metall\Kupfer-D-primär	2,51E-07	2,51E-07	4,66E-11	2,36E-05	2,36E-05	-4,12E-10	6,24E-07	6,23E-07	6,96E-10
Metall\Stahl-D-mix	1,82E-03	1,80E-03	1,97E-05	1,27E-03	1,27E-03	2,83E-07	1,17E-03	1,11E-03	6,14E-05
Xtra-Abbau\Kalkstein-D	4,48E-04	4,44E-04	3,93E-06	7,25E-03	7,25E-03	2,75E-06	4,68E-04	4,48E-04	2,04E-05
Xtra-Abbau\Kies-D	1,78E-06	1,78E-06	8,07E-10	1,61E-04	1,61E-04	7,90E-10	5,10E-06	5,08E-06	1,29E-08
Xtra-Abbau\Kupfer-Erz	4,69E-07	4,69E-07	8,66E-11	4,42E-05	4,42E-05	-7,66E-10	1,17E-06	1,16E-06	1,30E-09
Xtra-Abbau\Mergel	1,37E-03	1,37E-03	5,15E-08	6,86E-03	6,86E-03	1,76E-06	1,56E-03	1,56E-03	1,21E-06
Xtra-Abbau\Mineralien	2,49E-04	2,47E-04	2,70E-06	1,75E-04	1,75E-04	3,63E-08	1,60E-04	1,52E-04	8,42E-06
Xtra-Abbau\Sand-D	8,68E-04	4,76E-04	3,92E-04	8,30E-04	3,50E-04	4,80E-04	7,05E-03	9,15E-04	6,13E-03
Xtra-Abbau\Steinsalz	2,20E-05	2,20E-05	6,80E-11	6,29E-06	4,70E-06	1,59E-06	1,68E-05	1,88E-07	1,66E-05
Xtra-Abbau\Tone-D	8,93E-05	8,83E-05	9,67E-07	6,26E-05	6,26E-05	1,41E-08	5,73E-05	5,43E-05	3,01E-06
Xtra-Anbau\Fichte-atro	3,74E-06	3,74E-06	5,11E-10	3,61E-04	3,61E-04	-3,19E-09	1,12E-05	1,11E-05	6,74E-09

Die Unterschiede bei den Materialeinsätzen („delta“) liegen im Bereich von weniger als 0,01% bis knapp 1% (Sand bei Nahwärme) und sind damit ähnlich klein wie die bei den Emissionen und dem KEA.

Dann erfolgte eine Umrechnung der o.g. energiespezifischen Materialunterschiede (delta) auf ein Modellhaus und ein Jahr mit folgenden Annahmen:

Nutzwärmebedarf des Hauses: 14.000 kWh/a ; Hilfsstrom für die Heizung: 280 kWh/a (daher wird auch das Stromnetz mit bilanziert).

Dies ergibt für das Modellhaus:

Tabelle 5.16 Berechnung der energiespezifischen Materialunterschiede bezogen auf ein Modellhaus (*mit* und *ohne* den Materialaufwand für die *lokale* Energie-Infrastruktur)

	Materialunterschied in kg/a und Haus für	
GEMIS-Prozess	**Gas-Heizung**	**Fernwärme**
Chem-Org\HDPE	0,05	0,23
Metall\Aluminium-mix-D	0,00	0,00
Metall\Kupfer-D-primär	0,00	0,00
Metall\Stahl-D-mix	0,28	0,86
Xtra-Abbau\Kalkstein-D	0,06	0,29
Xtra-Abbau\Kies-D	0,00	0,00
Xtra-Abbau\Kupfer-Erz	0,00	0,00
Xtra-Abbau\Mergel	0,00	0,02
Xtra-Abbau\Mineralien	0,04	0,12
Xtra-Abbau\Sand-D	5,63	85,97
Xtra-Abbau\Steinsalz	0,00	0,23
Xtra-Abbau\Tone-D	0,01	0,04
Xtra-Anbau\Fichte-atro	0,00	0,00
Summe mit Sand[102]	**6,03**	**87,65**
Summe ohne Sand	**0,41**	**1,68**

[102] Die Ergebnisse sind sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung des Sandbedarfes dargestellt, da für den Rohstoff Sand die größten Differenzen berechnet wurden.

Schließlich erfolgte eine Umrechnung der Ergebnisse auf die Verkehr-Infrastrukturanteile des Modellhauses:

Tabelle 5.17 Materialkenngrößen der Verkehr-Infrastrukturanteile des Modellhauses

Wichtige Kenngrößen	**Wert**	**Einheit**
Verkehrserschließungsfläche[103], anteilig pro Haus	100	m^2
Tiefe der Trassierung	0,5	M
Materialdichte gerundet	2	t/m^3
Materialaufwand für anteilige Verkehrsinfrastruktur	100	T
Lebensdauer Trasse	50	A
Dies entspricht dann: Materialaufwand/a	2000	kg/a

Damit ergibt sich als Verhältnis des Infrastruktur-Deltas zum jährlichen Stoffbedarf für die anteilige Verkehrs-Infrastruktur des Hauses:

Tabelle 5.18 Energiespezifische Materialunterschiede in Prozent bezogen auf ein Modellhaus (*mit* und *ohne* den Materialaufwand für die *lokale* Energie-Infrastruktur)

Materialunterschied (Delta in %)	**Energetische Infrastruktur**
0,02 %	bei Gasheizungen ohne Sand
0,08 %	bei Fernwärme ohne Sand
0,3 %	bei Gasheizungen mit Sand
4,4 %	bei Fernwärme mit Sand

Der Beitrag der lokalen Energieinfrastruktur liegt demnach (vgl. Tabelle 5.16) für gasbeheizte Häuser bei etwa 0,4 kg/a (ohne Berücksichtigung von Sand), bei Fernwärme sind es 1,7 kg/a (ohne Sand). Im Vergleich zu der Masse für die *Verkehrserschließungsflächen* sind dies knapp 0,1 % bei Fernwärme ohne Sand - bei Fernwärme inkl. Sand sind es gut 4 %. Da die Fernwärme insgesamt keine dominante Rolle spielt (max. 25 % Anteil am Heizungsmix), liegen die Unterschiede bei der Nachfrage von Materialien bzw. mineralischen Rohstoffen bei insgesamt maximal 1 %.

Die durch die Materialien der lokalen Netze bedingten Umwelteffekte liegen, bezogen auf den Gesamteffekt der Energiebereitstellung, jeweils deutlich unter 1 %, i.d.R. sogar im Promille-Bereich .

[103] Die für das Modellhaus angesetzte Verkehrserschließungsfläche von 100 m^2 liegt im mittleren Spektrum der Werte der Verkehrserschließungsflächen für die Haustypen in der Datenbank von BASiS-2.

Die beispielhaften Modellberechnungen haben ergeben, dass es weder sinnvoll noch angemessen gewesen wäre, den modell- und eingabeseitigen Aufwand zu betreiben die energetischen Infrastruktur-Bauelemente in BASiS-2 zusätzlich zu implementieren.

Die Entscheidung des Projektteams, die Aufwendungen für die lokalen energetischen Infrastruktur-Bauelemente (Stromkabel, Gas- und Fernwärmerohre) in BASiS-2 (wie bereits in BASiS-1) durch die Kopplung an das Computermodell GEMIS datenseitig abzubilden, ist durch die oben ausgeführten Testrechnungen eindeutig gestützt worden.

Die Modellrechnungsergebnisse belegen zudem, dass die durch die gewählte Systemgrenze bedingte Ungenauigkeit sehr gering ist:

Wird in BASiS-2 der Heizwärmebedarf von Haustypen z.B. durch Nachdämmung der Gebäudehülle reduziert, so werden die mit der Heizwärmebereitstellung verbundenen Umwelteffekte proportional reduziert. In diesen Umwelteffekten (Emissionen, Rohstoffbedarf usw.) sind die o.g. lokalen Energieinfrastrukturanteile enthalten – mit anderen Worten: BASiS-2 rechnet so, als würden durch den reduzierten Heizwärmebedarf auch die lokalen Energienetze proportional reduziert – was realiter ja nicht der Fall ist. BASiS-2 *überschätzt* damit die Effekte der Wärmedämmung, allerdings nur in einem sehr geringen Ausmaß:

Die Ungenauigkeit dieser Berechnung ist für die Umwelteffekte der lokalen Energieinfrastrukturanteile in der Modellrechnung oben *insgesamt* bestimmt worden und liegt deutlich unter 1% (Ausnahme: Sand) – bei typischen Heizwärmereduktionen von 10-50% (über alle Häuser!) ergibt sich eine entsprechend geringere Ungenauigkeit durch die gewählte Modellierung.

Eine weitere modellierungsbedingte Ungenauigkeit tritt auf, wenn in den Szenarien die *Nachverdichtung* als Zubauvariante gewählt wird – hier rechnet BASiS-2 die vollen Umwelteffekte des Heizwärmebedarfs diesen Häusern zu (also inkl. Lokaler Energieinfrastrukturen), obwohl realiter bei der Nachverdichtung größere Anteile der vorhandenen Gas- und Stromnetze weiter genutzt werden können. Diese potenzielle Einsparung von lokalen energetischen Infrastrukturvorleistungen wird damit nicht bilanziert und im Ergebnis die Einsparung durch Nachverdichtungsstrategien *unterschätzt*.

Auch hier gilt, dass diese Ungenauigkeit sehr gering ist – bei typischen Nachverdichtungsanteilen von 10-25% (über alle Häuser des Zubaus!) und Zubauanteilen von 10-20% der gesamten Wohneinheiten im Szenariozeitraum ergibt sich ein potenzieller Gesamtfehler in der Größenordnung von unter 0,01% für die Umwelteffekte.

5.4 Literatur zu Anhang V

ÖKO (Öko-Institut) 2001: Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.07 – Computerprogramm und Datenbasis, U.R. Fritsche u.a., Darmstadt/Berlin (unter www.gemis.de erhältlich)

Prognos/EWI 1999: Die längerfristige Entwicklung der Energiemärkte im Zeichen von Wettbewerb und Umwelt, Prognos AG /EWI (Energiewirtschaftliches Institut Universität Köln): i.A. des BMWi, Basel/Köln (Kurzfassung im Internet unter http://www.bmwi.de)

6 Anhang VI: Software

Dokumentation der Hilfefunktion in BASiS

Vorbemerkung

Das *Bedarfsorientierte Analysewerkzeug für Stoffströme in Szenarien* (*BASiS*) ist ein *Hilfsmittel* zur Umweltanalyse.

Die EDV erlaubt, Datenmengen zu erfassen und leicht verfügbar sowie änderbar zu machen. Das BASiS-Modell enthält eine Vielzahl von Datenverknüpfungen und Rechenvorschriften, die einfach gehalten sind und überwiegend linearen Zusammenhängen folgen. Die Stärke des Modells, flexibel auf NutzerInnen-Anpassungen eingehen zu können, ist aber auch gleichzeitig eine Gefahr: Bei der Datenanpassung prüft das BASiS-Modell nur die formale Richtigkeit von Datenstrukturen, die inhaltliche Konsistenz kann dagegen nur in wenigen Ausnahmefällen (z.B. Test auf 100 %) automatisch durch das Modell geprüft werden.

Kurzum, BASiS ist nicht „künstlich intelligent“, kennt also weder Regeln zur Adaption komplexer Datenstrukturen noch inhaltliche Unterstützung bei der Neueingabe von Daten.

Soweit adaptierte oder ergänzte Daten eine Situation zutreffend beschreiben, wird das BASiS-Modell als Hilfsmittel nützlich sein - es wird Bilanzierungen adäquat durchführen, Ergebnisse visualisieren, bei der Analyse der Auswirkungen unsicherer Daten helfen usw.

Die Last der konsistenten Datenanpassung liegt aber ganz überwiegend bei den NutzerInnen.

Überblick zur BASiS-2-Dokumentation

Im Kapitel 6.1 (Menüstruktur) findet sich eine Übersicht über alle Programmpunkte in BASiS.

Das Kapitel 6.2 erläutert besondere Optionen zur Dateneingabe in Tabellen

Die Kapitel 6.3 bis 6.8 erklären die Menüs in BASiS im Einzelnen.

Im Kapitel 6.9 (Modellbeschreibung) finden sich die Bezeichner der Variablen im Modell und die Dokumentation der Rechenvorschriften.

Das Kapitel 6.10 (Glossar) erklärt alle wichtigen Abkürzungen und Spezialbegriffe.

6.1 Menüstruktur

BASiS ist eine Windows-Anwendung mit 'Multiple-Document-Interface' Charakter.

Das bedeutet, dass mehrere Fenster gleichzeitig geöffnet werden können und somit zum Editieren und Anzeigen von Daten innerhalb der BASiS-Anwendung dargestellt werden.

BASiS hat eine Menüstruktur, die sich den wechselnden Situationen in den jeweiligen Fenstern anpasst.

Die Menüstruktur ist folgender Darstellung zu entnehmen:

- Datei
  - Datenbank öffnen
  - Datenbank schließen
  - GEMIS Projekt
  - Drucken
  - Drucker einrichten
  - Beenden
- Bearbeiten
  - Erster
  - Vorheriger
  - Nächster
  - Letzter
  - Übernehmen
  - Abbrechen
  - Ausschneiden
  - Kopieren
  - Einfügen
  - Löschen
- Daten
  - Baustoffe
  - Bauelemente
  - Haustypen
  - Infrastruktur- und Flächenelemente
  - Heizanlagen
  - Referenz
- Szenarien
  - Beschreibung
  - Szenarioannahmen
  - Bautätigkeit (Haustypen)

  - Heizenergieversorgung
  - Baustofflieferanten
- Ergebnisse
  - Bestandsentwicklung
  - Emissionen und Reststoffe
  - Bauschutt
  - Flächenbilanz
  - Infrastruktur
  - Umsatz Heizanlagen
  - Gemis Nachfragen
  - K Werte
  - Wärmebedarf Haustypen
  - Ressourcen
- Fenster
  - Anordnen
  - Nebeneinander
  - Symbole anordnen
  - Alle Minimieren
  - Alle Schließen
- Extras
  - Rechengang
  - Übertragen
  - Export GEMIS
- Hilfe
  - Inhalt
  - Glossar
  - Info

Diese Menüs werden mit Ausnahme von Menü „Fenster“ und „Hilfe“ (Standard-Windows-Funktionen) in den folgenden Kapiteln einzeln erläutert.

6.2 Besondere Optionen zu Dateneingaben in Tabellen

6.2.1 Allgemeine Hinweise

In einigen Tabellen wird die Möglichkeit geboten Spalten aus- und einzublenden. Über das Kontrollkästchen „Zeige Summenwert“ können die Spalten mit den Detail-informationen ausgeblendet und die Summerwerte angezeigt werden. Diese Funktion kann genutzt werden, um eine bessere Vergleichbarkeit der Szenarien zu erzielen.

Wird das Häkchen aus dem Kontrollkästchen entfernt, werden wieder alle Spalten zur Anzeige gebracht.

Erscheint in einer Tabelle ein „M“ Symbol, so könnten die getroffenen Szenarioannahmen in einem Memo-Feld, das in einem separatem Fenster geöffnet wird, strukturiert eingetragen werden. Bereits bestehende Texte können über die Kopierfunktion von Windows in dieses Fenster kopiert werden. Die Ausgabe aller Einträge in den Memo-Feldern erfolgt unter dem Menüpunkt Szenarien/Szenarioannahmen.

6.2.2 Das Kontextmenü

Beachten Sie dabei in allen Fenstern, dass *es besondere Optionen (Kontextmenü) bei Tabellen* gibt:

Drückt man in einer Tabelle auf die rechte Maustaste, so erscheint ein *Kontextmenu*, mit dem man verschiedene Aktionen für die Tabelle oder den gewählten Wert ausführen kann.

- *Graphische Anzeige:* Es erscheint ein kleine Grafik mit der zeitlichen Entwicklung der Tabellenwerte. Die einzelnen Szenarien werden in unterschiedlichen Farben dargestellt. In einigen Grafiken werden die einzelnen Szenarienergebnisse in Form von Linien angezeigt. Bei gleichem Zahlenwert werden diese Linien überlappt dargestellt.
- *Tabelle kopieren*: Die gesamte Tabelle (inklusiv der ausgeblendeten Spalten) wird in die Zwischenablage eingefügt. Von dort lässt sie sich auf eine andere Tabelle oder in eine beliebige andere Windows-Anwendung kopieren. In EXCEL wird die Tabelle direkt übernommen. In Textverarbeitungssystemen werden die Zellen mit Tabulator getrennt eingefügt. In WORD besteht die Möglichkeit den eingefügten Text in eine Tabelle zu verwandeln
- *Tabelle einfügen (nur Eingabetabellen)*: Eine in der Zwischenablage befindliche Tabelle kann mittels dieses Menupunktes eingefügt werden.
- *Tabelle exportieren*: Die Tabelle kann in ein Arbeitsblatt einer vorhandenen EXCEL Arbeitsmappe kopiert werden. EXCEL darf nicht geöffnet sein.
- *Erkläre Wert (nur Ergebnistabellen)*: Es erscheint ein Textfenster mit einer Erklärung zu den Berechungsgrundlagen des gewählten Werts. Je nach Stelle im Programm kann diese Erklärung mehr oder weniger umfangreich sein. In Einzelfällen werden auch gleichzeitig mehrere Erklärungsfenster geöffnet. Der Text im Erklärungsfenster kann mit der Maus markiert und dann in die Zwischenablage kopiert werden.
- *Stützwerte (nur Eingabetabellen)*: Es lassen sich für die Tabelle zur Reduzierung des Eingabeaufwands die Zahl der Stützwerte einstellen. Es gibt
  - keine Stützwerte (alle Werte müssen einzeln eingegeben werden)
  - ein Stützwert (alle Werte bleiben über die Zeit konstant)

- 2 Stützwerte (alle Werte werden zwischen Anfangsjahr und Endjahr linear interpoliert)
- 6 Stützwerte (in 5-Jahresschritten werden Werte eingegeben. Dazwischen wird linear interpoliert)

6.3 Menü: Datei

6.3.1 Datenbank öffnen bzw. schließen

Die Daten für BASiS sind in einer MS-Access Datenbank abgelegt. Bevor man mit dem Programm arbeiten kann muss die Datenbank verbunden sein.

Obwohl es nicht getestet wurde, ist es möglich die Daten auch auf einem SQL-Server abzulegen. Der Zugriff ist beim Öffnen der Datenbankverbindung als Auswahlmöglichkeit vorgesehen.

6.3.2 GEMIS Projekt

Aus dem Computerprogramm GEMIS (vgl. www.gemis.de) können die zusammengefassten Vorkettendaten errechnet und übernommen werden. Dieser Vorgang dauert sehr lange (bis 1 Stunde) und sollte nur von erfahrenen Nutzern durchgeführt werden.

Vorraussetzung ist die Verwendung eines geeigneten GEMIS-Datensatzes (wird mitgeliefert) und die Verwendung der GEMIS-Version 4.1 oder höher, die auf dem Rechner installiert sein muss. GEMIS darf zum Zeitpunkt des geplanten Imports *nicht geöffnet* sein.

6.3.3 Drucken

Es ist möglich einzelne Fenster der Anwendung zu Drucken. Dabei wird eine 1:1-Kopie des Fenster als Grafik auf dem Drucker ausgegeben.

6.3.4 Drucker einrichten

Hiermit wird der Standard-Drucker für den Ausdruck ausgewählt und eingerichtet.

6.3.5 Beenden

Dieser Menüpunkt beendet BASiS.

6.4 Menü: Bearbeiten

Ist ein Fenster mit einer Liste von gleichartigen Einträgen geöffnet, so lässt sich die Auswahl des aktuell ausgewählten Elements mittels der Navigationsschaltfelder

(siehe unten) oder der entsprechenden Menüeinträge ändern bzw. eine entsprechende Aktion für das gewählte Element durchführen.

Wird ein Schalter bzw. Menüeintrag *grau angezeigt*, so lässt sich die gewünschte Aktion nicht ausführen.

Es gibt folgende Schaltfelder in der Navigationsleiste:

Erster Datensatz: Auswahl des ersten Datensatzes in der Liste.

Vorheriger Datensatz: Vorhergehenden Datensatz auswählen.

Nächster Datensatz: Nächsten Datensatz auswählen

Letzter Datensatz: Auswahl des letzten Datensatzes in der Liste.

Datensatz einfügen: Ein neuer (leerer) Datensatz wird eingefügt.

 Datensatz löschen: Der aktuell ausgewählte Datensatz wird gelöscht.

Dateneingabe übernehmen: Alle Dateneingaben des aktuellen Datensatzes werden übernommen

Dateneingabe verwerfen: Alle Dateneingaben des aktuellen Datensatzes werden verworfen.

6.5 Menü: Daten

6.5.1 Baustoffe

Die Baustoffe sind die Bindeglieder zwischen den Modellen BASiS und GEMIS. Die in BASiS berechneten Baustoffnachfragen werden auf mehrere Lieferanten verteilt, wobei die Daten zu den Lieferanten aus GEMIS importiert werden.

Auf dem Blatt *Metadaten* wird die Baustoffgruppe ausgewählt. Damit ergibt sich die Einheit, in der dieser Baustoff bilanziert wird. Da GEMIS intern nur in kg rechnet, erfolgt die Umrechung über den Eingabewert Gewicht.

Auf dem Blatt *Lieferanten* lassen sich bis zu 6 Lieferanten auswählen. Man kann ausgewählte Lieferanten löschen, indem man STRG-Entf drückt.

Auf dem Blatt *Lieferanteile* werden die Anteile der Lieferanten für die gewählten Baustoffe eingestellt. Für jedes Szenario und jede Zeitscheibe lässt sich ein Wert einstellen. Die linke Spalte (1. Baustofflieferant) wird jeweils automatisch auf 1 (= 100 %) ergänzt.

6.5.2 Bauelemente

Hier werden die Eigenschaft der Bauelemente definiert. Bauelemente setzen sich aus Baustoffen zusammen. Auf dem Blatt Zusammensetzung werden die Baustoffmengen zur Herstellung bzw. Instandhaltung aufgeführt. Auf dem Blatt Beschreibung werden einige Kenngrößen und die Metadaten abgelegt.

6.5.2.1 Blatt Beschreibung

In der Auswahlklappbox Bauelementgruppe wird die Verwendung des Bauelements festgelegt. Damit ergibt sich auch die Einheit, in der das Bauelement verwendet wird.

Die Referenzen und die Beschreibung sind reine Metadaten und dienen nur der Erläuterung der Datenherkunft.

Die Lebensdauer bestimmt die jährliche Instandhaltungsrate. Wird die Lebensdauer mit 0 angegeben, so wird für dieses Bauelement keine Instandhaltung angenommen.

Der U-Wert bestimmt den Wärmedurchgang durch die Hüllflächen des Hauses. Eine Eingabe von Null sagt, dass dieser Wert nicht in die Berechnung einfließt. (Hinweis: Bei allen Bauelementen, die nicht zur Hüllfläche des Hauses gehören, ist die Eingabe eines Wertes sinnlos.)

6.5.3 Haustypen

Die Eingaben der Daten zu den Haustypen werden auf verschiedenen Blättern vorgenommen. Die Haustypbezeichnung (Kennung) ist im Glossar beschrieben.

6.5.3.1 Hausdaten

Der Name ist ein Teil der Kennung, die in der Liste links alphabetisch sortiert angezeigt wird. Auf dem Blatt können die Wohnfläche des Hauses und die Zahl der Wohneinheiten eingegeben werden, die zusammen die Wohnfläche pro Wohneinheit bestimmen.

Im rechten Teil des Blattes werden einige Daten grau angezeigt - dies sind Eingabewerte, die voreingestellt wurden.

Mit der Schaltfläche 'Zuordnung ändern' können diese Vorgabewerte geändert werden: der Leittyp, der Gebäudebestand in Startjahr, die Eigenschaft, ob das Haus in den Neuen oder Alten Bundesländern steht, oder ob eine Passivhauskonstruktion beschrieben wird.

6.5.3.2 Flächen

Hier werden die konstruktiven Flächen eingegeben. Zusätzlich erfolgt die Eingabe der Geschossfläche und die Bebaute Fläche. Die zu dämmende Hüllfläche kann 0 sein, wenn das konstruktive Bauelement die Wärmedämmung beinhaltet.

6.5.3.3 Bestandteile

Für jedes Szenario und jede Bauelementgruppe können die Anteile der jeweiligen Bauelemente eingegeben werden. Das jeweilige Szenario wird über das Listenfeld „Gezeigtes Szenario“ ausgewählt. Neue Bauelement werden durch Aufruf des Kontextmenüs (rechte Maustaste) eingefügt oder ggf. gelöscht. Die Anteile des ersten Bauelements wird automatisch auf 1 (= 100 %) ausgerechnet.

6.5.3.4 Wärmebedarf

Der Wärmebedarf des Hauses kann an dieser Stelle eingegeben werden oder lässt sich durch Auswahl des Ankreuzfeldes 'Bedarf wird gerechnet' berechnen. Es ist zu beachten, dass die in BASiS-2 implementierte automatische Berechnung einige Randbedingungen nicht genau berücksichtigen kann: insbesondere Häuser mit einem sehr niedrigen (Passivhaus) oder sehr hohem Wärmebedarf (extrem schlechter Altbau) nicht hinreichend genau bilanziert, so dass hier eine direkte Eingabe des Wärmebedarfs sinnvoller ist.

6.5.3.5 Verteilung

Die Aufteilung der Häuser auf die Raumtypen I bis III und die Zuordnung der Neubauhäuser auf die Bereiche Außenentwicklung, Nachverdichtung und Brache erfolgt auf diesem Blatt. Die erste Spalte wird automatisch zu 1 (=100 %) ergänzt. Bei den Zubauhäusern lässt sich für Kontrollzwecke das Kontrollkästchen 'Zeige Summenwerte' auswählen. Dann werden die zusammengefassten Werte je Raumtyp angezeigt.

6.5.3.6 Bautätigkeit

Für alle eingegebenen Haustypen kann die Bautätigkeit eingegeben werden. Für die Bestandshäuser sollten nur Abrisse und Umwidmungen eingegeben werden. Für die Neubauten können die Zubaumengen eingegeben werden. In der Spalte 'Saldo' wird die Differenz aus Zubau und Abgängen (Abriss und Umwidmung) angezeigt.

Mittels der Klappbox Szenario lässt sich das aktuell angezeigte Szenario auswählen.

6.5.4 Infrastruktur – und Flächenkennwerte

Auf diesem Blatt können die Infrastruktur- und Flächenkennwerte eingesehen werden.

Achtung: Änderungen sollten nur von Infrastrukturfachleuten vorgenommen werden, da Änderungen gravierende Auswirkungen auf die Datenstruktur nach sich ziehen..

Die Infrastruktur bildet die innere Erschließung des Wohngebietes ab. Es werden Flächen und Materialien für Straßen, Fußwege, Wasser und Abwasser modelliert. Andere leitungsgebundene Versorgungswege (Telefon, Strom, Erdgas, Nah- und

Fernwärme etc.) werden nicht modelliert, da sie nur eine geringe Relevanz aufweisen bzw. ihre Aufwendungen schon an anderer Stelle in der Modellierung enthalten sind (Erdgas, Wärme über GEMIS).

Die Namen der Infrastrukturtypen sind im Glossar/Leittypen beschrieben.

Die Leittypen sind modellintern Größen und werden den Haustypen im Datenblatt "Haustyp", dort über den Button „Zuordnung ändern", zugeordnet. Als Zuordnungskriterium dient „Bestand/Zubau" sowie der Haustyp (EFH, RHH, MFH etc). Der Zugriff auf die Ausformung der Leittypen hinsichtlich der Außenentwicklung, Nachverdichtung oder Brache sowie der Raumtypen wird automatisch über die numerischen Werte im Blatt Datei/Haustypen/Verteilung vollzogen.

Die Liste der modellinternen Leittypen wird automatisch erstellt. Die modellinternen Leittypen werden im rechten Datenfenster durch vier Kriterien charakterisiert, die auch gleichzeitig als Sortierkriterium für die Liste dienen:

- Alte (ABL)/ Neue Bundesländer (NBL). ABL werden zuerst, NBL als zweite gezeigt.
- Hausgebundener Leittyp (Bestandstypen der 1-2EFH (EFB1 .. EFB3), Zubautypen der 1-2EFH (EFZ, DHZ, RHZ, ZHZ), Bestandstypen der MFH (MFB1..MFB4), Zubautypen der MFH (M3Z, M7Z, M13Z))
- Zubautyp: Die einzelnen hausgebundenen Leittypen werden nach Außenentwicklung (A), Nachverdichtung (N) und Brache (B) unterschieden. Zubautypen werden nur für den Zubau und nicht für den Bestand angegeben.
- Raumtyp: Letztes Kriterium ist die Zuweisung zu einem der drei Raumtypen: Kernstädte (I), erweiterter suburbaner Raum (II), ländlicher Raum (III).
- Als Maß zur Beschreibung der Flächen dient die Geschossflächendichte (GFD).

Die Infrastruktur-Bauelemente sind unterteilt in Straße, Fußwege, Wasser und Abwasser. Unter den jeweiligen „Reitern" können die entsprechenden Bauelemente und die Daten über die spezifischen Netzlänge eingetragen werden.

6.5.5 Heizanlagen

Die Heizanlagen in BASiS-2 dienen nur als Schnittstelle zu den jeweiligen GEMIS-Prozessen, die Daten der Anlagen sind in GEMIS gespeichert und können nur dort geändert werden. In BASiS werden nur die Anteile eingestellt, mit der die GEMIS-Prozesse zur Versorgung eines Hauses mit Heizwärme beitragen.

Es sind 15 verschiedene Heizungsarten in BASiS vorgesehen. Die Liste lässt sich nicht erweitern oder kürzen (es erfolgt eine Fehlermeldung, wenn man es trotzdem probiert). Standardmäßig sind 10 dieser Heizungsarten belegt. Somit bleiben 5 zusätzliche Heizanlagen für eine Erweiterung der Modellierung übrig.

Die Lieferanten für die jeweilige Heizungsanlage lassen sich auf dem 2. Blatt auswählen. Eingaben lassen sich mit STRG-Entf löschen.

Auf dem Blatt Lieferanteile lassen sich die Anteile einstellen. Die linke Spalte (1. Heizenergielieferant) wird jeweils zu 1 (=100 %) ergänzt. Alle nicht gewählten Lieferanten werden in der Tabelle angezeigt, aber beim Rechengang nicht einbezogen.

6.5.6 Referenz

Die Liste der Referenzen dient zur Beschreibung der Quellen der Eingabedaten. In Form einer Literaturliste können die Referenzen benutzt werden.

6.6 Menü: Szenarien

6.6.1 Szenarienbeschreibung

Für sechs mögliche Szenarien können die Bezeichner und eine kurze Erklärung eingegeben werden. Ist das Feld 'sichtbar' angekreuzt, so wird diese Szenario in den Ergebnisdarstellungen berücksichtigt.

6.6.2 Szenarioannahmen

In diesem Fenster können alle Szenarioannahmen aufgelistet werden. Szenarioannahmen können zu den Baustoffen, Hausbestandteilen, der räumlichen Verteilung und Heizungsanlagen abgerufen werden, in dem die jeweilige Option angekreuzt wird. Die Szenarioannahmen erscheinen nun im unteren Teil des Fensters. Szenarioannahmen können in den Fenstern, bei denen neben der Szenarioauswahl-Klappbox ein M-Symbol erscheint eingegeben werden.

6.6.3 Bautätigkeit (Haustypen)

Für alle eingegebenen Haustypen kann die Verteilung in den entsprechenden Raumtypen und der Umfang der jeweiligen Bautätigkeit (Zubau, Abriss, Umwidmung) eingegeben werden.

Für die Bestandshäuser sollten nur Abrisse und Umwidmungen eingegeben werden. Für die Neubauten können die Zubaumengen eingegeben werden. In der Spalte 'Saldo' wird die Differenz aus Zubau und Abgängen (Abriss und Umwidmung) angezeigt.

Mittels der Klappbox Szenario lässt sich das aktuell angezeigte Szenario auswählen.

6.6.4 Heizenergieversorgung

Für 8 verschiedene Gruppen von Haustypen lassen sich die Anteile der Heizsysteme einstellen, die für jede Zeitscheibe und jedes Szenario gelten sollen. Da die Daten zur Heizsystemverteilung nur differenziert nach Ein- bis Zweifamilienhäuser und Mehrfamilienhäuser sowie nach ABL/NBL und Bestand/Zubau vorliegen, erfolgt die Zuordnung der Heizenergieversorgung der Haustypen für die jeweiligen Szenarien über eine Aggregation:

Der Gruppe „EFH“ werden die BASiS-Haustypen für Ein- bis Zweifamilienhäusern sowie die Reihenhäuser zugeordnet, der Gruppe „MFH“ werden allen anderen Häusern zugeordnet. (jeweils nach ABL/NBL und Bestand/Zubau).

6.6.5 Baustofflieferanten

Hier werden die Anteile der Lieferanten für den gewählten Baustoff eingestellt. Für jedes Szenario und jede Zeitscheibe lässt sich ein Wert einstellen. Die Linke Spalte (1. Baustofflieferant) wird jeweils automatisch auf 1 (= 100 %) ergänzt.

6.7 Menü: Ergebnisse

6.7.1 Bestandsentwicklung

Der Menüpunkt „Bestandsentwicklung“ liefert die Szenarioergebnisse über die Entwicklung der Haustypen und über die Nachfrage nach Bauelementen und Baustoffen. Die Ergebnisse der Bestandsentwicklung werden auf 6 Blättern dargestellt.

6.7.1.1 Bestandsentwicklung Haustypen

Wählt man in der linken Liste ein Haustyp aus, so werden in der Tabelle auf der rechten Seite die Zahl der Häuser (bzw. Wohnungen) in den jeweiligen Jahren dargestellt. Die Auswahl ob Häuser oder Wohnungen angezeigt werden erfolgt durch die Radioschaltgruppe oberhalb der Tabelle. In der Auswahlklappbox 'Teilraum' kann eine Teilaggregation nach Raumtypen ausgewählt werden.

Drückt man innerhalb der Tabelle die rechte Maustaste, so erscheint ein lokales Menu, mit dem für die Tabelle bzw. den ausgewählten Wert verschiedene Aktionen auswählbar sind (siehe Kapitel 6.2).

6.7.1.2 Bestandsentwicklung Wohnungen

Auf dem zweiten Blatt erscheint ein Tabelle mit der Summe aller Wohnungen über alle Haustypen. In der Auswahlklappbox kann ein Teilraum für die Aggregation ausgewählt werden.

6.7.1.3 Bestandsentwicklung Elementgrößen

Die Flächen aller Bauelementgruppen, die bebaute Fläche und die Wohnfläche lassen sich auf dieser Seite darstellen. In der Auswahlklappbox 'Element' lässt sich das Flächenelement auswählen. In der Auswahlklappbox Bereich lassen sich das Saldo aller Häuser, das Saldo der Bestandshäuser aus den Jahren 2000 und früher, der Zubau pro Jahr, der Zubau kumuliert ab dem Jahr 2000, der Abriss pro Jahr, der Abriss kumuliert ab dem Jahr 2000, die Umwidmung pro Jahr und die kumulierte Umwidmung ab dem Jahr 2000 einstellen.

6.7.1.4 Bauelemente

Für das in der linken Liste ausgewählte Bauelement wird auf der rechten oberen Seite eine kurze Zusammenfassung der Eigenschaften dargestellt. Durch die Radioschaltgruppe lässt sich auswählen welcher Aspekt in der Tabelle dargestellt werden soll.

- Instandhaltung (Nachfrage nach Baustoffen)
- Neubau (Nachfrage nach Baustoffen)
- Abriss inkl Abgang durch Modernisierung (Anfall von Bauschutt)
- Zubau durch Modernisierung (Nachfrage nach Baustoffen)

6.7.1.5 Baustoffe

Für den in der linken Liste gewählten Baustoff werden auf der rechten oberen Seite unter der Überschrift „Lieferanten“ die Prozesse angezeigt, die am jeweiligen Baustoff beteiligt sind. In der Tabelle erscheint die summierte Nachfrage nach diesem Baustoff.

6.7.1.6 Baustoffgruppen

Für die Baustoffgruppen werden die summierten Nachfragen dargestellt. Die Baustoffgruppen lassen sich wiederum in Baustoffgruppen oberster Ordnung aggregieren. Diese besonderen Baustoffgruppen sind farblich hervorgehoben.

6.7.2 Emissionen und Reststoffe

In der linken Liste kann eine Emission bzw. ein Reststoff ausgewählt werden. In der Tabelle auf der rechten Seite wird die zeitliche Entwicklung der Emissionen und Reststoffe dargestellt.

Drückt man innerhalb der Tabelle die rechte Maustaste, so erscheint ein lokales Menü, mit dem für die Tabelle bzw. den ausgewählten Wert verschiedene Aktionen auswählbar sind (siehe Kapitel 6.2).

6.7.3 Bauschutt

In dieser Tabelle ist das Bauschuttaufkommen, das durch den Abriss, die Instandhaltung und Modernisierung entsteht, aufsummiert dargestellt. Die Ergebnisse können nach Art des Aufkommens angezeigt werden. Es kann nach Abriss/Abgang durch Modernisierung und Instandhaltung unterschieden werden.

In der Tabelle auf der linken Seite lässt sich ein Baustoff bzw. eine Baustoffgruppen oberster Ordnung auswählen. Die aggregierten Baustoffgruppen sind farblich markiert.

Drückt man innerhalb der Tabelle die rechte Maustaste, so erscheint ein lokales Menu, mit dem für die Tabelle bzw. den ausgewählten Wert verschiedene Aktionen auswählbar sind (siehe Kapitel 6.2).

6.7.4 Flächenbilanz

Auf diesem Blatt lassen sich folgende Flächenbilanzdaten ablesen:

a) Geschossfläche (reine Rechengröße)
b) Nettowohnbauland
c) Straßenfläche
d) Fußwegefläche
e) Technische Infrastruktur (= Summe aus c und d)
f) Technische Infrastruktur plus Nettowohnbauland (Summe aus b, c und d)

In der Auswahlklappbox kann ein Teilraum für die Aggregation ausgewählt werden.

6.7.5 Technische Infrastruktur

Auf diesem Ergebnisblatt lassen sich die Längen der Trinkwasser- und Abwasserleitungen, die in den jeweiligen Zeitscheiben und Szenarien eingebaut sind, betrachten.

In der Auswahlklappbox kann ein Teilraum für die Aggregation ausgewählt werden.

6.7.6 Umsatz Heizanlagen

Für alle Gruppen von Heizanlagen (Feste Liste mit 15 Elementen) lassen sich die Nutzwärmebedarfe darstellen. Zusätzlich wird der Summenwert aller Heizanlagen dargestellt.

Die Werte lassen sich durch klicken auf den entsprechenden Menupunkt des lokalen Kontextmenus erklären (siehe Kapitel 6.2).

6.7.7 GEMIS Nachfragen

Auf diesem Blatt lassen sich alle Umsätze der GEMIS-Prozesse, die direkt mit BASiS gekoppelt sind, darstellen. Nachfragen entstehen durch die Baustoffnachfrage (in kg) und die Heizenergienachfragen (in TJ). alle Angaben werden in den jeweiligen Einheiten dargestellt.

Bitte beachten Sie, dass auch solche Prozesse dargestellt werden, die keinen Umsatz haben. Dann handelt es sich um Prozesse, die für eine Kopplung mit BASiS vorgesehen sind, in den aktuellen Daten aber nicht benutzt wurden.

Mit Hilfe der Exportfunktion lassen sich alle Umsätze in eine Excel-Tabelle ausgeben. Dabei wird für jede Zeitscheibe in jedem Szenario ein Excel-Blatt angelegt. Für alle Prozesse, die in diesem Jahr einen Umsatz haben wird eine Zeile in das Excel-Blatt eingetragen.

Dieser Vorgang dauert sehr lange. Excel darf nicht parallel geöffnet sein.

Die exportierten Nachfragen lassen sich in GEMIS importieren. Wählen Sie dafür in GEMIS die Liste der Szenarien aus. Mit der rechten Maustaste lässt sich ein Kontextmenu öffnen, das den Import aus Excel anbietet. Da GEMIS nur maximal 20 Optionen verarbeitet, müssen Sie aus der Liste der Excelblätter die gewünschten Optionen wählen.

6.7.8 U-Werte

Für alle konstruktiven Bauelementgruppen mit den dazugehörenden Dämmelementen werden die errechneten U-Werte ausgegeben. Damit ist eine Kontrolle des Rechengangs möglich.

6.7.9 Wärmebedarf Haustypen

Für alle Haustypen wird der Wärmebedarf angezeigt. Dabei handelt es sich bei den je nach Haustyp entweder um eingegebene oder gerechnete Werte.

6.7.10 Ressourcen

Eine detaillierte Ressourcenbilanzierung erfolgt in GEMIS. Die hier angezeigten Ressourcen ergeben sich aus den importierten GEMIS-Daten und sind aus Gründen der Übersichtlichkeit etwas aggregiert.

Die stofflichen Ressourcen sind blau und die energetischen Ressourcen rot hinterlegt. Die KEA-Daten am Anfang der Liste sind nochmals aggregierten Energieressourcen.

6.8 Menü Extras

6.8.1 Rechengang

Mit den Einstellungen in diesem Menü können einzelne Rechengänge abgeschaltet werden. Üblicherweise sind für eine vollständige Bilanzierung alle Schalter eingeschaltet (angekreuzt). Ist ein Schalter nicht eingeschaltet, so erscheint der Hinweis „Systemschalter aktiv“ links unten in der Statuszeile des Hauptfensters.

6.8.1.1 Bestandsentwicklung

Ist dieser Schalter nicht aktiv (kein Kreuz), so werden die Häuser nicht zugebaut oder abgerissen. D.h. es werden nur die durch die *Sanierung und Instandhaltung der Bestandshäuser* verursachten Aufwendungen bilanziert.

6.8.1.2 Heizung

Der Heizenergiebedarf wird berechnet und die Emissionen bilanziert, wenn dieser Schalter aktiv ist, anderenfalls erfolgt keine Bilanzierung des Heizwärmebedarfs. Eine notwendige Vorraussetzung für diese Bilanzierung ist die Aktivierung des Schalters Haustypen.

6.8.1.3 Infrastruktur

Die Infrastruktur (Strassen, Fußwege, Trink- und Abwasserleitungen) wird bilanziert. Eine notwendige Vorraussetzung für diese Bilanzierung ist die Aktivierung des Schalters Haustypen

6.8.1.4 Haustypen

Die Häuser werden bilanziert, d.h. die Flächenbilanz und Bauelementgrößen werden berechnet.

Für die Haustypen und die Infrastruktur lassen sich einzelne Rechenschritte auf der Bauelementebene und der damit verbundenen Vorleistungen weiter abschalten:

6.8.1.5 Zubau

Der Zubau (Neubau) von Bauelementen kann abgeschaltet werden. Ist dieser Schalter nicht aktiv, so werden die mit der Herstellung der Bauelemente verbundenen Vorleistungen nicht bilanziert. Dieser Schalter beeinflusst nicht die Flächenbilanz.

6.8.1.6 Umbau durch Modernisierung

Der Modernisierungsaufwand (z.B. Umbau der Fenster) kann abgeschaltet werden.

6.8.1.7 Instandhaltung

Die Instandhaltung kann abgeschaltet werden.

6.8.2 Übertragen

Es lassen sich die Szenariowerte eines Szenarios auf ein anderes Szenario übertragen. Damit ist es z.B. möglich die nutzerdefinierten Szenarien 3-6 mit Werten vorzubelegen.

Ist das Feld 'Nur Zubau/Abriss/Umnutzung' angekreuzt, so werden nur die Angaben der Bautätigkeit übertragen.

6.8.3 Export GEMIS

Der Export der gerechneten Nachfragen erfolgt durch Drücken des Buttons auf dem Blatt GEMIS Nachfragen.

6.9 Modellbeschreibung

In diesem Kapitel werden alle Rechenvorschriften[104] und Variablen des BASiS-2-Modells beschrieben. Zunächst erfolgt eine Übersicht über alle Variablen und danach die Rechenvorschriften zur Berechnung der zeitlichen Entwicklung der Größen und die damit verbundenen Auswirkungen.

6.9.1 Definitionen und Abkürzungen der Variablen

Alle Variablen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Die im weiteren Text benutzen Formeln benutzen die angegebenen Kürzel.

Alle zeit- und szenarienabhängigen Größen sind in Matrix-Form dargestellt. So bedeutet $BE_{j,s}$ die Menge eines Bauelements, das im Jahr j und im Szenario s eingesetzt wird.

Neben der Menge oder Umsatz einer Variablen kann diese auch weitere Eigenschaften beinhalten. So zeigt die Größe HT.WE die Zahl der Wohneinheiten in einem Haustyp an.

[104] Die nachfolgend geschilderten Berechnungsvorschriften für BASiS-2 bewirken, dass z.B. Aufwendungen für die Errichtung neuer Haustypen im Jahr 2000 (Energieeinsatz, Emissionen etc. in Vorketten) bei den Szenarioergebnissen im Jahr 2000 ausgewiesen werden. Die zusätzliche Wohnfläche, der damit verbundene zusätzliche Nutzwärmebedarf usw. geht jedoch korrekterweise erst im Jahr 2001 in die Bilanzierung ein. Aufgrund der unterschiedlichen Szenarioannahmen bereits ab dem Jahr 2001 (z.B. Nachdämmraten) werden daher z.B. für CO_2-Emissionen im Ausgangsjahr 2000 leicht unterschiedliche Werte bilanziert. Die Daten des Ausgangsjahres 2000 im Endbericht beziehen sich immer auf den Wert des Referenzszenarios

Variable	Kürzel	Wertebereich/Nummer	weitere Erklärung
Bauelement	BE		
Bauelementgruppe	BEG		
Baustoff	BS		
Haustyp	HT		
Heizung	HZ	1..15	
Leittyp	LT		modellintern
Prozess	PZ		
Ressource	RES		Summierte Größe
Emission	EM		Summierte Größe
Jahr	J	2000..2025	
Szenario	S	1..6 (Referenz, Nachhaltig,...)	
Wohneinheiten	WE		Summierte Größe

6.9.1.1 Baustoffe

Baustoffe sind das Bindeglied zwischen Angebotsseite und Nachfrageseite. Baustoffmengen werden in unterschiedlichen Einheiten gemessen (kg, m^3, m^2). Um gleichartige Baustoffe zusammenfassen zu können, werden →Baustoffgruppen definiert. Die Bereitstellung der Baustoffe erfolgt durch szenarien- und zeitabhängige Anteile verschiedener Baustofflieferanten (→Prozesse). Da die gelieferten Stoffmengen der Prozesse nur in kg gemessen werden, wird das spezifische Gewicht als Umrechnungsfaktor eingeführt.

6.9.1.2 Bauelemente

Alle Häuser (→Haustypen) bestehen aus Bauelementen. Zusätzlich gibt es Infrastrukturbauelemente. Zur besseren Kennzeichnung werden die Bauelemente den →Bauelementgruppen zugeordnet. Bauelemente setzen sich aus zeitlich invarianten Anteilen von Baustoffen zusammen. Man unterscheidet zwischen den Aufwendungen, die zur erstmaligen Errichtung des Bauelements (Errichtungsmenge) und zu dessen späteren Instandhaltung notwendig sind. Beim Abriss des Bauelements wird als Bauschuttmenge die Errichtungsmenge verwendet. Bei der Instandhaltung wird die Menge dem Bauschutt zugeordnet, die auch wieder eingebaut wird. Wird dieser Wert mit einem negativen Vorzeichen versehen, so wird diese Baustoffmenge nur dem Bauschutt zugeordnet.

6.9.1.3 Bauelementgruppen

In folgender Tabelle sind die Bauelementgruppen aufgeführt: Bauelemente aus diesen Bauelementgruppen werden mit den aufgeführten Einheiten gemessen.

Bauelementgruppe	Einheit
Gründung	m^2
Fundament	m^2
Außenwand	m^2
Kellerwand	m^2
Fenster	m^2
Innenwand	m^2
Innentür	m^2
Decke	m^2
Dach-Hauptgebäude	m^2
Dach-Nebengebäude	m^2
Dämmung-Außenwand	m^2
Dämmung-Kellerwand	m^2
Dämmung-Dach	m^2
Dämmung-Kellerdecke	m^2
Dämmung-Obere Geschoßdecke	m^2
Straße	m^2
Fußweg	m^2
Trinkwasserleitung	m
Abwasserleitung	m

6.9.1.4 Haustypen

Die Haustypen (= Häuser) sind die Treibergröße für alle weiteren Berechnungen. Die Grundeigenschaften der Häuser sind zeitlich invariant. Zu den Eigenschaften gehören die Zahl der Wohneinheiten, die Flächenangaben der einzelnen Bauelementgruppen, die Geschossfläche, die Anzahl im Bestand, die Zuordnung Alte oder Neue Bundesländer, die Eigenschaft Passivhaus und die Eigenschaft ‚Wärmebedarf wird gerechnet'. Die Zusammensetzung der Bauelementgruppen und der Zubau, Abriss bzw. Umwidmung der Häuser sind zeit- und szenarienabhängig.

6.9.2 Berechnungsvorschriften

Für alle Variablen werden nachfolgend die Berechnungsvorschriften erläutert.

6.9.2.1 Haustypen HT

$HT_{j+1,\,s} = HT_{j,s} + Zubau_{j,s} - Abriss_{j,s} - Umwidmung_{j,s}$

Erklärung der Formel: Die Anzahl der Häuser eines Haustyps im Jahr j+1 und Szenario s ergibt sich aus der Zahl der Häuser dieses Haustyps im Vorjahr j und Szenario s und den zeit- und szenarienabhängigen Zubauten, Abgängen durch Abriss und Umwidmung.

6.9.2.2 Wohneinheiten WE

Die Summe der Wohneinheiten im Jahr j und Szenario s ergibt sich aus der Summe aller Haustypen mal Zahl der Wohneinheiten pro Haustyp. Dabei wird über alle Haustypen summiert.

$WE_{j,s} = \Sigma\ HT_{j,s} * HT.WE$

6.9.2.3 Bauelemente BE

In den nachfolgenden Formeln ist BE.BEG die Bauelementgruppe, der das Bauelement zugeordnet wurde. HT.Größe ist die Summe aller Bauelemente einer Bauelementgruppe in der jeweiligen Einheit (vgl. Tabelle im Kapitel 6.9.1.3), HT.Anteil ist der prozentuale Anteil eines Bauelementes an der jeweiligen Bauelementgruppe.

Bedarf Neubau: $BE_{j+1,s} = \Sigma\ HT.Zubau_{j,s} * HT.Größe\ (BE.BEG) * HT.Anteil\ (BE_{j+1,s})$

Der Bedarf nach neuen Bauelementen ergibt sich aus der Summierung über alle Haustypen. Je Haustyp wird der Zubau mit der Größe der Bauelementgruppe und dem Anteil des betrachteten Bauelements multipliziert.

Beispiel: Es werden 100 Häuser eines Haustyps zugebaut, die Fensterfläche je Haus beträgt 55 m^2 und der Anteil Kunststofffenster liegt bei 45 %. Damit ergibt sich für diesen Haustyp ein Bedarf (an neuen Kunststofffenstern), der einer Fläche von 100 * 55 m^2 * 45 % = 2475 m^2entspricht. Der gesamte Bauelementbedarf durch Neubau ergibt sich aus der Summierung über alle Haustypen.

Bedarf Instandhaltung $BE_{j,s} = \Sigma\ HT_{j,s} * HT.Größe\ (BE.BEG) * HT.Anteil\ (BE_{j,s})$ / BE.Lebensdauer

Der Bedarf an Bauelementen, die instand gehalten werden, ergibt sich aus der Summierung über alle Bestands-Haustypen. Dabei wird der Bestand eines Haustyps mit der Größe der Bauelementgruppe, dem Anteil des betrachteten Bauelements und dem Kehrwert der Lebensdauer multipliziert (lineare Verteilung des Erneuerungsbedarfs über die Lebensdauer).

Beispiel: Er existieren 15000 Häuser eines Haustyps. Die Fensterfläche beträgt 55 m^2 und der Anteil der Kunststofffenster beträgt 50 %. Die Lebensdauer der Kunststofffenster sei 20 Jahre. Jedes Jahr werden somit 1/20 des Bestandes instand gehalten. Das entspricht einer Fläche von 15000 * 55 m^2 * 50 % / 20 = 20625 m^2 Kunststofffenster, die jährlich instand gehalten werden.

Analog berechnen sich die Infrastruktur-Bauelemente (Straße, Fußweg, Trinkwasser-Abwasserleitung). LT.Länge ist die Summe der Längen aller Infrastruktur-Bauelemente einer Bauelementgruppe (BE.BEG). Bei den flächenbezogenen Infrastruktur-Bauelementen Straße und Fußweg (vgl. Tabelle in Kapitel 6.9.1.3) muss zusätzlich mit der Summe der Breiten aller Infrastruktur-Bauelemente

(LT.Breite) einer Bauelementgruppe multipliziert werden. LT.Anteil ist der prozentuale Anteil eines Infrastruktur-Bauelementes an der jeweiligen Bauelementgruppe.

Bedarf Neubau der flächenbezogenen Infrastruktur-Bauelemente:

$BE_{j+1,s}$ = Σ $LT.Zubau_{j,\ s}$ * LT.Länge (BE.BEG) * LT.Anteil $(BE)_{j+1,s}$ * LT.Breite (BE.BEG)

Der Bedarf nach Infrastruktur-Bauelementen durch Neubau ergibt sich aus der Summierung über alle Leittypen des Zubaus (LT.Zubau)

Bedarf Instandhaltung der flächenbezogenen Infrastruktur-Bauelemente:

$BE_{j,s}$ = Σ $LT_{j,s}$ * LT.Länge (BE.BEG) * LT.Anteil $(BE)_{j,s}$ * LT.Breite (BE.BEG) / BE.Lebensdauer

Der Bedarf an Infrastruktur-Bauelementen, die instand gehalten werden, ergibt sich aus der Summierung über alle Leittypen des Bestandes.

Den Term „Breite“ gibt es nur bei Strassen und Fußwegen, daher gilt für Trink- und Abwasserleitungen:

Bedarf Neubau der längenbezogene Infrastruktur-Bauelemente:

$BE_{j+1,s}$ = Σ $LT.Zubau_{j,\ s}$ * LT.Länge (BE.BEG) * LTAnteil $(BE)_{j+1,s}$

Bedarf Instandhaltung längenbezogene Infrastruktur-Bauelemente:

$BE_{j,s}$ = Σ $LT_{j,s}$ * LT.Länge (BE.BEG) * LT.Anteil $(BE)_{j,s}$ / BE.Lebensdauer

Da die Sanierung und der Abriss von Bauelementen zu Bauschutt führt, ergibt sich für dessen Berechnung:

Anfall Bauschutt $BE_{j,s}$ = Σ [$HT.Abriss_{j,s}$ * HT.Größe (BE.BEG) * HT.Anteil $(BE_{j,s})$ + $HT_{j,s}$ * HT.Größe (BE.BEG) * (HT.Anteil $(BE_{j,s})$ - HT.Anteil $(BE_{j+1,s})$)]

Der erste Summand in der eckigen Klammer beschreibt den Anfall an Bauschutt, der durch den Abriss von Häusern entsteht.

Der zweite Summand in der eckigen Klammer ergibt sich durch den Austausch von Bauelementen in Bestandshäusern (bei Substitution z.B. von alter Steildachdämmung durch neue leistungsfähigere Dämmung). Verringert sich der Anteil eines Bauelementes von einem Jahr (HT.Anteil $(BE_{j,s})$) zum nächsten (HT.Anteil $(BE_{j+1,s})$), so entsteht Bauschutt, der bilanziert wird.

Über den Term $HT_{j,s}$ wird sicher gestellt, dass nur die Haustypen eingehen, die nicht von Umwidmung betroffen sind.

Für Infrastruktur-Bauelemente wird kein Abriss unterstellt.

6.9.2.4 Baustoffe BS

Die Baustoffbedarfe ergeben sich aus den Zubauten und Instandhaltungen der Bauelemente.

$BS_{j,s}$ = Summe über alle BE BE.Neubau$_{j,s}$*BE.Neubaumenge

+ BE.Instandhaltung$_{j,s}$ * BE.Instandhaltungsmenge

Beispiel: Es gibt werden 10.000 m^2 Dachfläche eines Bauelementtyps neu gebaut und 20.000 m^2 Dachfläche instand gehalten. Das Dach besteht aus einer Holzkonstruktion und den Dachziegeln. Die Menge der Ziegel, die je m^2 Dach eingebaut werden möge bei 100 kg liegen. Da im Sanierungsfall auch alle Ziegel ausgetauscht, werden ergibt sich der Bedarf an Ziegeln von 100 kg/m^2. Der Baustoffbedarf liegt dann bei 10.000 m^2 * 100 kg/m^2 plus 20.000m^2 * 100 kg/m^2.= 30.000.000 kg.

6.9.2.5 Wärmebedarfsberechnung

Die Wärmebedarfsberechnung lehnt sich an die Bilanzierung des IWU an. Zwar ist die Bilanzierung bei IWU nur für einzelne Häuser vorgesehen, es erscheint jedoch plausibel zu sein diese Bilanzierung auch für Durchschnittshäuser eines relativ homogenen Kollektivs durchzuführen. Um die Effekte des Nichtbewohnens einzelner Haustypen und deren Teilbeheizung (unter Komfortverzicht der Nutzer) abbilden zu können wurde ein parametrisierter Abschlag auf den berechneten Wärmebedarf durchgeführt.

Der Wärmebedarf setzt sich aus den Verlusten durch Wärmeübertragung durch die Bauelemente, die Lüftungswärmeverluste minus die nutzbaren solaren und internen Gewinne (Bewohner und Geräte) zusammen.

Die Wärmeverluste der Bauelemente lassen sich durch die U-Werte der Bauelemente bzw. der durchschnittlichen U-Werte der für eine Bauelementgruppe eingesetzten Bauelemente berechnen. Wird auch für die Nachdämmung ein Bauelement angesetzt, so errechnet sich der effektive U-Wert aus der ‚Hintereinanderschaltung' der Bauelemente. Es wurde eine Heizzeit von 220 d/a und eine Gradstundenzahl von 84000 Kh/a unterstellt.

Die Lüftungswärmeverluste ergeben sich aus dem beheizten Volumen des Hauses und einer angenommenen mittleren Luftwechselrate von 0,29/h. Das Volumen des Hauses ergibt sich aus der Wohnfläche mal einer mittleren Raumhöhe von 2,5 m.

Die nutzbaren Gewinnen errechnen sich analog zu IWU. Die internen Gewinne sind mit 2,5 W/m^2 und die Solareinstrahlung während der Heizperiode mit 220 kWh/m^2.a angesetzt.

Da die Rechnungen nach IWU nicht für Niedrigenergie- und Passivhäuser gelten wurde ein Mindestverbrauch von 50 bzw. 15 kWh/a unterstellt.

In BASiS-2 ist es für jeden Haustyp möglich, auch eigene Werte einzutragen. In diesem Fall ist für den einzelnen Haustyp die Wärmebedarfsbilanzierung abgeschaltet.

6.9.2.6 Heizungen HZ

Der Wärmebedarf der von den Heizanlagen bereitgestellt werden muss, ergibt sich als Summe über alle Haustypen und deren Wärmebedarf und Nachfrageanteil am jeweiligen Heizsystem.

$HZ_{j,s} = \Sigma\ HT_{j,s} * HT.Wärmebedarf_{j,s} * HT.Anteil\ (HZ)_{j,s}$

6.9.2.7 Leittypen LT

Der Anteil aller Häuser eines Haustyps verteilt sich auf verschiedene Leittypen. Es wird zwischen verschiedenen Leittypklassen, drei Raumtypen und Ost/West sowie Bestand/Zubau unterschieden. Bei den Zubautypen wird zwischen Zubau auf ‚grüner Wiese', Nachverdichtung und Brachlandnutzung unterschieden. Insgesamt ergeben sich 168 verschiedene Leittypen. Die Eigenschaften dieser Leittypen sind zeitlich invariant.

Zunächst wird die Geschoßfläche aller Leittypen errechnet.

$LT_{j,s} = \Sigma\ HT_{j,s} * HT.Geschoßfläche * HT.Anteil\ (LT)_{j,s}$

Die Nachfrage nach den Infrastrukturbauelementen ist unter dem Abschnitt Bauelemente beschrieben.

6.9.2.8 Prozesse

Der Umsatz der Prozesse ergibt sich aus der Nachfrage der Baustoffe und der Nachfrage der Heizungssysteme.

$PZ_{j,s} = \Sigma\ BS_{j,s} * BS.Anteil\ (PZ)_{j,s} + \Sigma\ HZ_{j,s} * HZ.Anteil\ (PZ)_{j,s}$

6.9.2.9 Ressourcen und Emissionen

Die Ressourcen- und Emissionsbilanz erfolgt durch die Prozesskettenlogik in GEMIS. Für eine schnelle Analyse in BASiS sind für jeden Prozess die aggregierten Werte der Emissionen und der Ressourcen zwischengespeichert. Somit ergeben sich:

$RES_{j,s} = \Sigma\ PZ_{j,s} * PZ.RES$

$EMI_{j,s} = \Sigma\ PZ_{j,s} * PZ.EMI$

6.10 Glossar

A

Abkürzung für Außenentwicklung bei den Leittypen des Zubaus.

ABL

Alte Bundesländer

Abfälle

Abfälle werden als Ergebnis der direkten baulichen Tätigkeit als Bauschutt (Ergebnis/Bauschutt) und als Abfälle aus der Vorkette der stoff- und energieliefernden Prozesse (Ergebnis/Emissionen und Reststoffe) angezeigt.

Abriss

Abriss ist eine Kategorie der Baustoffnachfrage unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung und Ergebnisse/Bauschutt. Sie beschreibt den Stoffstrom, der durch den Abriss von Gebäuden hervorgerufen wird. Er wird unter Szenarien/Haustypen/Bautätigkeit festgelegt.

A.Höhe

Abkürzung für Höhe des Auflagers.

Anbau

Definiert als seitlicher Anbau mit einer WE an bestehende Ein- bis Zweifamilienhäuser.

Außenentwicklung

Entwicklung von Bautätigkeit "auf der grünen Wiese". Die Außenentwicklung weist den vollen Bedarf an Bauland, Infrastruktur und Stoffströmen auf.

B

Abkürzung für Brache bei den Leittypen des Zubaus.

(Bestand)

Abkürzung für "Bestand" bei Haustypen

Bauelemente

Alle Bauelemente sind einer Bauelementgruppe zugeordnet. Bauelemente werden aus Baustoffen aufgebaut. Der Aufbau der Bauelemente und seine Zusammensetzung sind im Anhang des Endberichtes zu BASiS-1 und BASiS-2 ausführlich beschrieben. Unterliegen die Bauelemente einer Instandhaltung während des Bilanzzeitraumes (Ausnahme Bauelemente für neue Häuser) so wird eine Lebensdauer eingetragen. Werden die Bauelemente in der thermischen Hüllfläche der Gebäude eingesetzt, so kann die Angabe eines U-Wertes erfolgen. Wird kein Wert ("0") eingesetzt, so erfolgt die Bilanzierung mit Default-Werten.

Bauelementgruppen

Zur Beschreibung der stofflichen, thermischen Eigenschaften der Gebäude werden die Bauelementgruppen nach DIN 276 herangezogen (siehe Bauelementgruppen Haus. Die Dämmung im Bestand wird durch Nachdämmelemente (Bauelementgruppe Nachdämmung) und die Infrastruktur durch die Bauelementgruppe Infrastruktur beschrieben. Das Ergebnis der Bilanzierung der Bauelementgruppen kann für die beiden ersten unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung/Elementgrößen und für die Bauelementgruppe Infrastruktur unter Ergebnisse/Infrastruktur abgerufen werden.

Bauelementgruppen Haus

Die Bauelementgruppen bezeichnen die stofflich relevanten Gebäudeteile Gründung, Fundament, Decke, Außenwand, Kellerwand, Dach, Fenster/Außentüren, Innenwand, Innentüren und sind unter Daten/Haustypen/Flächen gelistet. Die Bauelementgruppen werden aus diskreten Bauelementen unter Daten/Haustypen/Bestandteile aufgebaut.

Bauelementgruppen Infrastruktur

Die Bauelementgruppen zur Beschreibung der Infrastruktur (Straßen, Fußwege, Abwasser, Wasser) werden in ihren Größen und ihrer Ausgestaltung durch Bauelemente unter Daten/Leittyp aufgeführt. Eine Ausführliche Beschreibung erfolgt im Anhang BASiS-2.

Bauelementgruppe Nachdämmung

Bestandsgebäude können zusätzlich zu ihren thermischen Eigenschaften durch Haus-Bauelemente nachträglich gedämmt werden. Diese Bauelementgruppen (Dämmung-AW, Dämmung-KW, Dämmung-Dach, Dämmung Kellerdecke, Dämmung-(oberste) Decke) sind den thermischen Hüllflächen (Daten/Haustyp/Flächen) zugeordnet und werden unter Daten/Haustyp/Bestandteile mit diskreten Bauelementen ausgestattet. Im Gegensatz zu den anderen Bauelementgruppen weist diese Gruppe Nullelemente auf.

Baunachfrage

Die Nachfrage nach Baustoffen sowie der Bauschuttanfall wird nach Neubau, Instandhaltung, Modernisierung und Abriss unterschieden.

Baustoffe

Baustoffe werden in einer Liste unter Datei/Baustoffe geführt. Die Auswertung ist unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung zu finden. Baustoffe dienen zum Aufbau von Bauelementen. Baustoffe werden mit Hilfe von Lieferanten (GEMIS Prozesse) aufgebaut. Zur besseren Auswertung werden konventionelle Baustoffe einer Baustoffgruppe zugeordnet. Die ausgewählte Baustoffgruppe legt dabei auch die Einheit (m^2, m^3, kg) fest, in der der Baustoff angezeigt wird (Details siehe Anhang BASiS-1 und BASiS-2).

Baustoffgruppe

Baustoffgruppen fassen Baustoffe mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften zusammen. Diese Baustoffgruppen werden weiter zu Baustoffübergruppen (Dämmstoffe (m^3), mineralische Baustoffe (kg), Holz-Holzwerkstoffe (kg), Straßenbaumaterialien (m^3), Metalle (kg)) sowie "nicht zugeordnet (Masse)" und „nicht zugeordnet (Volumen)“ aggregiert. Baustoffgruppen werden unter Datei/Baustoffe den einzelnen Baustoffen zugeordnet und unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung sowie Ergebnisse/Bauschutt ausgewiesen.

Baustoffgruppe - nicht zugeordnet (Masse)

Unter dieser Baustoffgruppe werden verschiedene Baustoffe (z.B. Bitumendichtungsbahn) zusammengefasst, die nicht zu einer der oben aufgeführten Baustoffübergruppen zugeordnet werden können (vgl. Baustoffgruppe) und die über ihre Masse bilanziert werden.

Baustoffgruppe - nicht zugeordnet (Volumen)

Unter dieser Baustoffgruppe werden verschiedene Baustoffe, die nicht zu einer der oben aufgeführten Baustoffübergruppen zugeordnet werden können (vgl. Baustoffgruppe) und die über ihr Volumen bilanziert werden sowie der Anfall von Bodenaushub, der nicht im System verbleibt und der abgefahren werden muss, zusammengefasst.

Baustoff-Lieferanten

Baustoffe beziehen den Baustoff oder Anteile davon von Lieferanten. Lieferanten sind ausgewählte GEMIS Prozesse. Zur Darstellung von unterschiedlichen technologischen (Szenarien) oder zeitlichen Entwicklungen bei den Lieferanten werden verschiedene Lieferanten mit ihren Lieferanteilen gegeneinander ausgetauscht.

Bebauungsleittypen des Wohngebäudebestandes

In ihrer baulich-räumlichen Erscheinung und städtebaulichen Dichte idealtypische Bebauungsformen, welche die statistisch differenzierbaren Teilbestände mit hinreichender Genauigkeit charakterisieren (vgl. Leittypen).

Biomasse

Biomasse wird stofflich und energetisch genutzt. Jeweils unterschieden in speziell angebauter Biomasse und Biomasse als Nebenprodukt (Biomasse Rest). Die stofflich genutzte Ressource 'Biomasse Anbau' wird in BASiS zu etwa 99 % in Holzwerkstoffen (Bretter, Balken und Fenster) eingesetzt. Die restlichen Anteile sind Zellstoffe für Verpackungsmaterialien. Die Ressource 'Biomasse Rest' resultiert hauptsächlich aus Sägewerknebenprodukten und wird in der Spanplattenindustrie eingesetzt. Die energetisch genutzte Biomasse Rest besteht aus Durchforstungsholz und wird in Heizungen bzw. Heizwerken eingesetzt.

Brache

Zubau in größere Bauland - "Lücken", z.B. aufgegebenes Gewerbegebiet: infrastrukturrelevante Innenentwicklung.

Bruttowohnbauland

Das Bruttowohnbauland besteht aus der für wohnbauliche Zwecke genutzten Grundstücksfläche und der Flächen für die innere Erschließung samt Grünflächen und Gemeindebedarfsflächen.

BS

Abkürzung für Bindeschicht.

DHH

Abkürzung für "Doppelhaushälfte" bei Haustypen im Zubau.

DN

Nenndurchmesser – der für die Bemessung von Leitungsnetzen maßgebliche, meist innere Durchmesser von Rohrleitungen.

DS

Abkürzung für Deckschicht.

EFH

Abkürzung für "Einfamilienhaus" bei Haustypen. Für den Bestand umfasst dieser Haustyp alle 1-2 Familienhäuser außer Reihenhäuser in den ABL. Im Zubau nur freistehende Einfamilienhäuser.

Eigentümerwohnungen

Eigentümerwohnungen sind eigengenutzte Wohnungen in Ein- Zwei- und Mehrfamilienhäuser sowie eigengenutzte Eigentumswohnungen

Eigentumswohnungen

Eigentumswohnungen sind Wohneinheiten (i.d.R. in Mehrfamilienhäuser), an denen durch Eintragung im Grundbuch Sondereigentum nach dem Wohnungseigentumsgesetz begründet worden ist.

Elementgrößen

Unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung werden die Elementgrößen aufgeführt. Sie weisen die Bauelementgruppe Haus, Bauelementgruppe Nachdämmung, Wohnfläche und bebaute Fläche aus.

FSS

Abkürzung für Frostschutzschicht.

GEMIS

Das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ ist ein Computerprogramm zur Prozesskettenmodellierung und Berechnung von Lebenszyklen (vgl.

www.gemis.de). Es berechnet u.a. die Ressourcennachfrage, Emissionen und Reststoffe der in der GEMIS-Datenbank enthaltenen Prozesse.

GEMIS Prozesse

Die Umweltauswirkung der Nachfrage von Baustoffen und Wärme wird durch Ankopplung an GEMIS Prozesse bilanziert. Hierzu steht eine Vorauswahl an Prozessen in BASiS-2 zur Verfügung. Die Nachfrage pro Prozess wird unter Ergebnis/GEMIS Nachfragen aufgeführt.

Geschossfläche

Summe der nach den Außenmaßen der Gebäude in allen anrechenbaren Geschossen –den Vollgeschossen- ermittelte Fläche. Die Regelungen zur Ausweisung von Vollgeschossen sind in landesrechtlichen Vorschriften geregelt.

Geschossflächendichte (GFD)

Die Geschossflächendichte (GFD) bezeichnet das Verhältnis der Summe aller Geschossflächen zur Grundstücksfläche (Nettowohnbauland). Die Geschossflächendichte (GFD) entspricht der Geschossflächenzahl (GFZ), welche aber eine Planungsgröße repräsentiert.

GMH

Abkürzung für "großes Mehrfamilienhaus" bei Haustypen im Bestand. Im Zubau durch MFH 13+x ersetzt.

Grabenb.

Abkürzung für Grabenbreite.

Grabent.

Abkürzung für Grabentiefe.

Haustypen

Die Haustypen sind die zentrale Nachfrageebene in BASiS. In der Datenbank sind die Haustypen durch einen Abkürzungscode gekennzeichnet. Der Code ist folgendermaßen aufgebaut: Die nachgestellte Klammer (Bestand) symbolisiert ein Bestandsgebäude (Stand 31.12.1999). Die unterschiedlichen Gebäudetypen sind zunächst durch die Abkürzungen EFH (1-2-Familienhäuser), RHH (Reihenhäuser), KMH (kleine Mehrfamilienhäuser), GMH (große Mehrfamilienhäuser) und HH (Hochhäuser) differenziert. Eine weitere Differenzierung erfolgt durch römische Ziffern (I etc.), welche die unterschiedlichen Altersklassen der Haustypen ausdrücken. Schließlich wird mit der Abkürzung ABL bzw. NBL die Zuordnung zu den Alten bzw. Neuen Bundesländern ausgedrückt. Beispiel für einen vollständigen Code für einen Haustyp in BASiS: KMH-III-NBL (Bestand). Nähere Informationen zu den Details der Haustypen des Bestandes finden sich im Anhang zu BASiS-1.

Im Abkürzungscode für die Haustypen des Zubaus (ab Jahr 2000) fehlt die nachgestellte Klammer (Bestand). Der Code beginnt mit den Abkürzungen für die Gebäude-

typen: EFH = freistehendes Einfamilienhaus, DHH = Doppelhaushälfte, RHH = Reihenhaus, ZFH = Zweifamilienhaus, MFH 3-6 (Mehrfamilienhäuser mit durchschnittlich 5 Wohneinheiten), MFH 7-12 (Mehrfamilienhäuser mit durchschnittlich 9 Wohneinheiten), MFH 13+x (Mehrfamilienhäuser mit durchschnittlich 20 Wohneinheiten). Der Code der Haustypen wird weiter konkretisiert durch den Zusatz ABL oder NBL (siehe oben). Passivhäuser werden zusätzlich durch die Abkürzung P klar definiert. Beispiele für Haustypen des Zubaus sind MFH 3-6-ABL-P und RHH-NBL. Haustypen des Zubaus, welche Anbauten (definiert als seitlicher Anbau mit einer WE an bestehende Ein- bis Zweifamilienhäuser) darstellen, sind mit der Bezeichnung Anbau-ABL und Anbau-NBL versehen. Nähere Informationen zu den Details der Haustypen des Zubaus finden sich in den Anhängen zu BASiS-1 sowie BASiS-2 (Anbauten, Passivhäuser).

HH

Abkürzung für "Hochhaus" bei Haustypen im Bestand.

Hüllfläche thermische

Zur Wärmebedarfsberechnung sind die thermischen Hüllflächen unter Daten/Haustyp/Flächen einzugeben. Die Kellerwand wird im Bestand normalerweise nicht gedämmt. Alternativ zu einer Dämmung des Daches kann auch die oberste Geschossdecke als Hüllfläche definiert werden. Die Hüllflächen werden in ihren thermischen Eigenschaften durch die U-Werte der Bauelemente bzw. der Nachdämmelemente beschrieben.

Höhe LZ

Abkürzung für Höhe Leitungszone.

Infrastruktur-Bauelement

Infrastrukturtypen setzen sich aus Infrastruktur-Bauelementen zusammen (m^2 Fahrbahn, m Abwasserrohr, etc.) Die Infrastruktur-Bauelemente sind hinsichtlich Geometrie Baustoffzusammensetzung im Infrastruktur-Bauelementekatalog beschrieben.

Infrastrukturmodul

Im Infrastrukturmodul werden Gebäudetypen Stoffkennwerte der stadttechnischen und verkehrserschließenden Infrastruktur zugeordnet.

Infrastrukturkennwerte

Bei der stoffstromorientierten Modellentwicklung werden 4 Typen der stadttechnischen Infrastruktur unterschieden: Straße (Fahrbahn), Fußweg, Trinkwasser, Abwasser.

InnenBS.

Abkürzung für Material Innenbeschichtung.

Instandhaltung

Die Instandhaltung beschreibt die stofflichen Aufwendungen zur Erhaltung der Bauelemente. Die Instandhaltung ist nicht an Gebäude gebunden. Der Zyklus der Aufwendungen wird unter Daten/Bauelemente unter der Rubrik "Lebensdauer", ihre stoffliche Umsetzung unter Daten/Bauelemente/Zusammensetzung aufgeführt. Das Ergebnis wird unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung/(Bauelemente, -stoffe) berichtet. Zur Berechnungsweise und den Bauelementen siehe Anhang BASiS-1.

KEA

Der Kumulierte Energie-Aufwand (KEA) ist ein Maß für den Einsatz von Primärenergie (energetische Ressourcen). Die Summe wird differenziert in KEA-fossil (Atomkraft, Braunkohle, Erdgas, Erdöl, Steinkohle), KEA regenerativ (Biomasse-Anbau, Sonne, Wasserkraft, Wind) und KEA-andere (Biomasse-rest, Abfall, Abwärme).

KMH

Abkürzung für "kleines Mehrfamilienhaus" bei Haustypen im Bestand. Im Zubau durch MFH 3-6 sowie MFH 7-12 ersetzt.

Leittypen

Alle Haustypen in BASiS müssen definierten Leittypen zugeordnet werden. Die Leittypen zeichnen sich jeweils durch definierte Geschossflächendichten aus und sind somit essentielles Bindeglied zwischen den Wohngebäuden und der zuzuordnenden Verkehrerschließungsfläche und technischen Infrastruktur. Haustypen des Bestandes sind so genannten Bebauungsleittypen zugeordnet (Details siehe Endbericht BASiS-2). Einfamilienhäuser und Reihenhäuser des Bestandes sind den Bebauungsleittypen EFB 1, EFB 2 oder EFB 3 zugeordnet. Mehrfamilienhäuser des Bestandes sind den Bebauungsleittypen MFB 1, MFB 2, MFB 3 oder MFB 4 zugeordnet. Jeder Haustyp ist des weiteren anteilig einem Raumtyp (RT) I, II oder III (Details vgl. Endbericht BASiS-2) sowie den ABL und NBL zugeordnet. Beispiele für den Abkürzungscode von Leittypen des Bestandes sind z.B. MFB 1/RT II-ABL oder EFB 3/RT I-NBL.

Die Haustypen des Zubaus sind über definierte Geschossflächendichten (jeweils differenziert nach Raumtypen) direkt jeweils einem modellinteren Leittyp zugeordnet (Zur Ableitung der Daten vgl. Endbericht zu BASiS-2, Kap. 3.1.4). Der Abkürzungscode setzt sich wie folgt zusammen. Zuordnung Haustyp zu modellinternem Leittyp: Einfamilienhäuser sowie Anbauhäuser (EFZ), Reihenhäuser (RHZ), Doppelhaushälften (DHZ), Zweifamilienhäuser (ZHZ), Mehrfamilienhäuser (M3Z, M7Z oder M13Z). Dazu erfolgt eine Zuordnung nach Zubau in der Außenentwicklung (grüne Wiese) (A), Zubau auf Brachflächen (B) oder Zubau in der Nachverdichtung (N). Der Abkürzungscode wird komplettiert durch den Zusatz des Raumtyps (RT I, II oder III) sowie den Zusatz ABL oder NBL. Beispiele für modellinterne Leittypen des Zubaus sind RHZ N/RT II-NBL oder M13Z A/RT I-ABL.

MFH

Abkürzung für "Mehrfamilienhaus" im Zubau. Die MFH werden durch ihre Wohnungsanzahl unterschieden (3-6, 7-12, 13+x).

Mischungsprinzip

Straßenflächen werden von unterschiedlichen Nutzungen gleichzeitig oder nacheinander genutzt.

Modernisierung

Modernisierung ist eine Kategorie der Baustoffnachfrage unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung und Ergebnisse/Bauschutt. Sie beschreibt den Stoffstrom, der durch die Modernisierung an Gebäuden hervorgerufen wird. Sie beschreibt die "Nachrüstung" durch den Austausch von Bauelementen, z.B. die Sanierung der "alten" Fenster durch Austausch mit höherwertigen Fenstern.

N

Abkürzung für Nachverdichtung bei den modellinternen Leittypen des Zubaus.

Nachverdichtung

Zubau im bereits erschlossenem Baugebiet: infrastrukturneutrale Innenentwicklung.

NB/EE

Abkürzung für Neueinbau/Ersatzerneuerung.

NBL

Neue Bundesländer

NEH

Abkürzung für NiedrigEnergieHaus, In BASiS-2 wird der Wärmeverbrauch von NEH-Häusern je nach Gebäudetyp mit 70 bis 50 kWh/m^{2}a angesetzt. Die Gebäude entsprechen der EnergieSparVerordnung 2002.

Nettowohnbauland

Das Nettowohnbauland bezeichnet die für wohnbauliche Zwecke genutzte Grundstücksfläche.

Neubau

Neubau (verwendetes Synonym: Zubau) ist eine Kategorie der Baustoffnachfrage unter Ergebnisse/Bestandsentwicklung und Ergebnisse/Bauschutt. Sie beschreibt den Stoffstrom, der durch den Zubau an Gebäuden hervorgerufen wird.

Nullelement

In der Bauelementgruppe der Nachdämmelemente sind Nullelemente aufgeführt. Diese Bauelemente haben keine physikalische Ausstattung. Sie dienen als Platzhalter.

Passivhaus

Gebäude mit hohem Dämmstandard. Die Haustypen werden mit einem "P" als Anhängsel gekennzeichnet. Ihnen wird ein Wärmebedarf von 15 kWh/m^{2}a zugeordnet.

Primärenergie

siehe KEA

Raumtypen

Regionen mit annähernd vergleichbarer derzeitiger bzw. erwarteter Verdichtungssituation (Raumtyp-I (RT-I): Kernstädte, RT-II: erweiterter suburbaner Raum, RT-III: ländlicher Raum).

Rechengänge

Unter Extras/Rechengänge können für die Berechnung des Ergebnisses Teilbereiche (Heizung, Infrastruktur, Haustypen) ein- bzw. ausgeschlossen werden. Für die Bautätigkeit kann zusätzlich Zubau, Modernisierung und Instandhaltung zu- bzw. abgewählt werden.

Ressourcen

Es werden energetische Ressourcen (KEA) und stoffliche Ressourcen (Rohstoffe) unter Ergebnisse/Ressourcen bilanziert.

Ressourcen – energetische

Neben dem KEA werden die einzelnen nachgefragten, energetischen Ressourcen (Erdgas, Erdöl, Braunkohle, Atomkraft etc.) bei den Szenarioergebnissen ausgewiesen. Durch die Schnittstelle von BASiS-2 an GEMIS werden für Prozesse mit Kraft-Wärme-Kopplung (z.B. Fernwärmeerzeugung) energetische Gutschriften auf die erzeugte Strommenge bilanziert. Aus diesem Grund können die Szenarienergebnisse z.B. für einzelne Energieträger (z.B. Braunkohle, Atomkraft) auch u.U. negative Werte aufweisen.

Ressourcen – Mineralien-Sonstige

Hierunter wird der Bedarf an mineralischen Rohstoffen zusammengefasst, der verursacht durch die Beiträge zahlreicher nachgefragter GEMIS-Prozesse (z.B. Kalkeinsatz bei der Stahlerzeugung) bilanziert wird. Die Einzelbeiträge dieser Prozesse zum Bedarf mineralischer Rohstoffe sind gering.

Ressourcen – Sekundär-Rohstoff-Sonst

Als Sekundär-Rohstoff-Sonst werden sonstige Sekundärrohstoffe (ohne Sekundär-Rohstoff-Beton) zusammengefasst, die durch die Beiträge zahlreicher nachgefragter GEMIS-Prozesse bilanziert werden. Es handelt sich hierbei um jeweils kleine Mengen von wiedergenutzten Abfallstoffen (z.B. Steinkohleasche aus der Verbrennung von Steinkohle), in diversen Prozessen.

Ressourcen – Sonstige Rohstoffe (ohne Wasser)

Unter „Sonstige Rohstoffe (ohne Wasser) werden die stofflichen Ressourcen (Rohstoffe) zusammengefasst, die nicht durch die extra ausgewiesenen Kategorien in BASiS-2 (z.B. Erze, Mineralien-Kies etc.) abgedeckt werden. Es handelt sich um jeweils kleine Beiträge aus zahlreichen GEMIS-Prozessen (z.B. Zellstoff für Papier in Gipskartonplatten).

Ressourcen - stoffliche

Als stoffliche Ressourcen (Rohstoffe) werden Biomasse, Erze, mineralische Rohstoffe (sowie Untergruppen wie z.B. Mineralien-Sand) sowie Sekundärrohstoffe unter Ergebnisse/Ressourcen einzeln aufgeführt (blau hinterlegt).

Reststoffe

siehe Abfälle

RHH

Abkürzung für "Reihenhaus" bei Haustypen im Zubau und Bestand.

Rohstoffe

siehe Ressourcen

Siedlungs- und Verkehrsfläche

Die Siedlungs- und Verkehrsfläche wird im Rahmen der Flächenerhebung (Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Bodennutzung) alle vier Jahre ermittelt. Diese Statistik basiert auf den Einträgen der Liegenschaftskataster und wird nach einem bundeseinheitlichen Nutzungsartenverzeichnis ausgewiesen. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche umfasst die Gebäude- und Freifläche, die Betriebsfläche ohne Abbauland, die Erholungsfläche, die Verkehrsfläche sowie Friedhofsflächen.

Sonstige Primärenergie

Neben den in BASiS-2 einzeln ausgewiesenen energetischen Ressourcen (z.B. Erdgas, Erdöl, Braun- und Steinkohle) gibt es in GEMIS noch eine Reihe weiterer Energieressourcen, die in BASiS-2 unter „sonstige Primärenergien“ zusammengefasst sind. Hier ist insbesondere Geothermie (zur Stromerzeugung im Ausland), Müll (Haus- und Gewerbemüll, vorwiegend zur Stromerzeugung im In- und Ausland) relevant. Eine Einzelanalyse (Beiträge in BASiS-2-Szenarien) für diese Primärenergien kann nur innerhalb von GEMIS erfolgen.

Technische Infrastruktur

Sammelbegriff für die Erschließungsanlagen, d.h. Verkehrserschließungsflächen sowie Ver- und Entsorgung (Energie, Wasser, Telekommunikation). In BASiS-2 sind Anlagen der Verkehrserschließung, der Trinkwasserversorgung und der Abwasserentsorgung modelliert, die Energieinfrastruktur wird über die Kopplung mit GEMIS berücksichtigt (und dort modelliert).

Trennungsprinzip

Für jeden Nutzungsanspruch werden eigene Flächen im Straßenraum bereitgestellt (Fahrbahn, Radweg, Gehweg).

TS

Abkürzung für Tragschicht.

U-Wert

Der Wärmedurchgang bzw. Wärmeverlust durch ein Bauelement (Haus oder Nachdämmung) wird durch den U-Wert charakterisiert. Die U-Werte der Bauelementgruppe, bestehend aus U-Wert der ausgewählten Bauelemente und Nachdämmelemente sind unter Ergebnisse/U-Werte aufgeführt. Zusammen mit der Hüllfläche bestimmen die U-Werte den Wärmebedarf. Zur Berechnung siehe Anhang BASiS-2.

Umwidmung

Werden Wohngebäude ihrer Wohnnutzung beraubt, aber nicht abgerissen, so werden diese Gebäude unter Szenarien/Haustypen/Bautätigkeit in der Rubrik Umwidmung aufgeführt. Typisch für eine Umwidmung ist die Weiternutzung als Gewerbe. Für die Bestandsentwicklung der Flächen und des Wärmebedarfs wird Umwidmung wie Abriss bilanziert. Umwidmung hat allerdings keine Stoffströme zur Folge.

Verkehrserschließungsfläche

Flächen zur Aufnahme des fließenden und ruhenden (öffentliche Stellplätze im Straßenraum) KFZ-Verkehr, Gehwege, Radwege im Bereich der inneren Wohngebietserschließung

Verkehrserschließungsaufwand

Spezifische Verkehrserschließungsfläche (in m^2) je Wohnung bzw. je m^2 Geschossfläche.

Vol.IBS

Abkürzung für Materialvolumen der Innenbeschichtung je laufenden Meter.

Vol.Iso

Abkürzung für Materialvolumen der Isolierung bzw. Dämmung je laufenden Meter.

Vol.Mat.

Abkürzung für Materialvolumen des Medienrohres je laufenden Meter.

Vol.MR

Abkürzung für Materialvolumen des äußeren Schutzrohres je laufenden Meter.

Volumen A

Abkürzung für Materialvolumen des Auflagers je laufenden Meter.

Volumen LZ

Abkürzung für Materialvolumen der Leitungszone je laufenden Meter.

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf der Gebäude kann fest eingegeben oder von BASiS-2 berechnet werden. Unter Daten/Haustypen/Wärmebedarf kann die Berechnungsweise ausgewählt werden. Soll der Bedarf fest eingegeben werden und wird die entsprechende Eingabebox ausgewählt, so erscheint eine Tabelle, in der die Werte eingetragen werden können. Wärmebedarfe von weniger als 50 kWh/m^{2}a können von der Wärmebilanzierung nicht adäquat berechnet werden. Passivhäuser müssen daher immer fest eingegeben werden. Näheres zur Bilanzierung im Anhang BASiS-2.

Wärmebedarfsbilanzierung

Die in BASiS-2 enthaltene Wärmebedarfsbilanzierung ist für Gebäude mit einem Wärmebedarf oberhalb 70 kWh/m^{2}a gut geeignet. Für die Bilanzierung ist die Eingabe der Hüllfläche und der U-Werte der Bauelemente notwendig. Näheres siehe Anhang BASiS-2.

Wärmebedarfsklassifizierung

Der Wärmebedarf der neuzugebauten Gebäude kann grob klassifiziert werden: Passivhäuser, NEH-Häuser.

Wohnbaufläche

Die Wohnbaufläche ist eine der im Rahmen der Flächenerhebung erfasste Nutzungsart (siehe Siedlungs- und Verkehrsfläche). Sie bezeichnet denjenigen Teil der Gebäude- und Freifläche, der vorherrschend Wohnzwecken dient. Sie ist damit prinzipiell identisch mit dem Nettowohnbauland.

Wohnfläche

Die Wohnfläche ist die anrechenbare Grundfläche der Räume einer Wohnung.

Wohngebäude

Wohngebäude sind Gebäude die mindestens zur Hälfte der Gesamtnutzfläche zu Wohnzwecken genutzt werden. Das können Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Doppelhaushälften oder Mehrfamilienhäuser sein, aber auch Gebäude, in denen sich neben Wohnungen auch Gewerbeeinheiten befinden. Wohnheime (aufgrund geringer Relevanz nicht bilanziert in BASiS-2) werden nicht als Wohngebäude bezeichnet, sondern bilden eine eigene Kategorie.

Wohngebiet

Im Rahmen dieser Studie wird Wohngebiet im Sinne von „überwiegend wohnbaulich genutzte Gebiete“ verwendet.

Wohneinheit

Die Definition der Wohneinheit (WE) stimmt mit der Definition von Wohnung weitgehend überein. Wohneinheiten müssen jedoch nicht unbedingt über eine Küche

bzw. Kochnische verfügen. Da in der Praxis die Zahl der Wohnungen fast übereinstimmt mit der Zahl an Wohneinheiten, werden in BASiS-2 die beiden Begriffe synonym verwendet.

Wohnung

Wohnungen sind Wohneinheiten in Gebäuden, wenn sie mit Küche bzw. Kochnische ausgestattet sind.

Wohnungsdichte (WD)

Die Wohnungsdichte gibt die Anzahl der Wohnungen je Hektar Nettowohnbauland wieder.

ZFH

Abkürzung für "Zweifamilienhaus" bei Haustypen im Zubau.

7 Anhang VII: Teilnehmer der Dialogprozesse

Teilnehmer des 1. Begleitkreistreffens am 14.03.2001

im Umweltbundesamt Berlin

Herr Bayerl	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW)
Herr Dr. Buchert	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Frau Buhse	Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein
Herr Deilmann	Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. Dresden (IÖR)
Herr Fritsche	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Dr. Fuhrich	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Herr Dr. Henseling	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Dr. Jansen	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Herr Kern	Industriegewerkschaft Bau – Agrar – Umwelt (IG Bau)
Frau Köhn	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Kriese	Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU)
Herr Dr. Lawitzka	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
Herr Prof. Lützkendorf	Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus
Herr Noll	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Dr. Pohle	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Schulze	Sächsisches Staatsministerium des Innern (Innenministerium Sachsen)
Herr Siedentop	Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. Dresden (IÖR)
Herr Soller	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)
Herr Prof. Spehl	Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)
Herr Spiller	Nassauische Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH
Herr Steckeweh	Bund Deutscher Architekten (BDA), Bundesgeschäftsführer
Herr Dr. Sturm	Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein (Umweltministerium SH)
Herr Vallenthin	Umweltbundesamt (UBA)
Frau Dr. Verhoek-Köhler	Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen
Herr Vogelmann	Schwäbisch Hall-Stiftung „bauen-wohnen-leben“
Frau Wiebusch	Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung e.V.
Herr Dr. Worm	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Teilnehmer des 2. Begleitkreistreffens am 18.10.2001 im Umweltbundesamt in Berlin-Spandau

Herr Dr. Buchert	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Fritsche	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Dr. Fuhrich	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Herr Dr. Henseling	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Dr. Jansen	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Herr Kern	Industriegewerkschaft Bau – Agrar – Umwelt (IG Bau)
Frau Köhn	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Prof. Lützkendorf	Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus
Herr Nelius	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung / Deutscher Städtetag
Herr Noll	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Dr. Pohle	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Schiller	Institut für ökologische Raumordnung (IÖR)
Herr Soller	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)
Herr Prof. Spehl	Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)
Herr Vallenthin	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Solms	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Dr. Worm	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Teilnehmer des 3. Begleitkreistreffens am 27.02.2002 im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Berlin

Herr Bartels	IG Bauen-Agrar-Umwelt
Herr Dr. Buchert	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Deilmann	Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. Dresden (IÖR)
Herr Fritsche	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Dr. Fuhrich	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Herr Dr. Henseling	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Hübner	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Dr. Jansen	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Herr Dr. Jenseit	Öko-Institut e.V.
Herr Kern	Industriegewerkschaft Bau – Agrar – Umwelt (IG Bau)/PECO-Institut
Frau Köhn	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Prof. Lützkendorf	Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Ökonomie und Ökologie des Wohnungsbaus
Herr Müller	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Herr Muschwitz	Universität Trier
Herr Nelius	Deutscher Städtetag/Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin
Herr Neu	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Orndt	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
Herr Rausch	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Herr Schiller	IÖR Dresden
Herr Soller	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND)
Herr Solms	Umweltbundesamt (UBA)
Herr Tennhardt	NABU
Herr Vallenthin	Umweltbundesamt (UBA)
Frau Wiebusch	Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung e.V.
Herr Dr. Worm	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Teilnehmer des 1. Kreativworkshops „Bevölkerungs-, Haushalts- und Wohnungsprognosen für Deutschland“ am 31.01.2001

im Umweltbundesamt Berlin

Dr. Bartholmai	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
Fr. Behring	Ifo Institut für Wirtschaftsforschung
Fr. Böhme	Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
Dr. Buchert	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Hr. Deilmann	IÖR e.V. Dresden
Hr. Einig	IÖR e.V. Dresden
Hr. Fritsche	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Dr. Henseling	Umweltbundesamt (UBA)
Fr. Iwanow	IÖR e.V. Dresden
Dr. Jenseit	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Fr. Köhn	Umweltbundesamt (UBA)
Prof. Lützkendorf	Universität Karlsruhe
Hr. Noll	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Dr. Sautter	Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)
Hr. Siedentop	IÖR e.V. Dresden
Hr. Simons	empirica
Hr. Wallbaum	Wuppertal–Institut
Hr. Waltersbacher	Bundesamt f. Bauwesen und Raumordnung
Hr. Vallenthin	Umweltbundesamt (UBA)

Teilnehmer des 2. Kreativworkshops „Ressourcensparendes Bauen durch effiziente Bestandsnutzung und flächensparende Bebauungsformen“ am 04.09.2001 im Umweltbundesamt Berlin-Spandau

Dr. Arlt	IÖR e.V. Dresden
Fr. Böhme	Deutsches Institut für Urbanistik, Berlin
Dr. Buchert	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Hr. Deilmann	IÖR e.V. Dresden
Hr. Dellemann	Baudirektor a.D., Hannover
Dr. Fuhrich	Bundesamt f. Bauwesen und Raumordnung
Dr. Henseling	Umweltbundesamt (UBA)
Hr. Lipkow	TU Dresden
Hr. Mattfeldt	Amt für Stadtplanung und Bauordnung, Bremen, Sachgebiet: Baulücken
Hr. Noll	Öko-Institut e.V. (ÖI)
Fr. Pahl-Weber	BPW Stadtplanung.Forschung.Beratung, Hamburg
Hr. Schiller	IÖR e.V. Dresden
Dr. Siedentop	IÖR e.V. Dresden
Fr. Wagener-Lohse	Umweltbundesamt (UBA)
Hr. Vallenthin	Umweltbundesamt (UBA)

Bewertungsergebnis Maßnahmen und Instrumente: 2. Kreativworkshop

(Pro Teilnehmer maximal 32 Punkte, dabei maximale Kumulation von drei Punkten)[105]

Flächensparende Bebauungsformen

8	Ausrichtung der Wirtschaftsförderung und regionale Wohnungs- und Städtebauförderung an siedlungspolitische Zielen
7	Verbindliche Einführung von Mindestdichten (GFZ) in die Bebauungsplanung
4	Verbesserte Steuerungswirkung in Bezug auf Siedlungsentwicklung durch Regionalreform
4	Bündelung von Entwicklungspotentialen bzgl. Siedlungsflächen durch Stärkung informeller regionaler Kooperation
4	Konsequenter Einsatz von regionalen Flächennutzungsplänen
2	Verknüpfung ökolog. Zielstellungen mit dem Erbbaurecht
1	Zügige Aktualisierung veralteter Flächennutzungspläne unter besonderer Berücksichtigung der Bodenschutzklausel

Nachverdichtung+Konversion

14	Ökologisch ausgerichtete Bodenwert- und Bodenflächensteuer
9	Aktualisierung und konsequente Nutzung von Brachflächenkatastern
8	Ablösung der Grunderwerbssteuer durch eine Flächenverbrauchssteuer mit ökolog. Lenkungsfunktion
8	Marketingkampagnen für städtisches Wohnen
7	Ausweitung der Bund-/Länderprogramme zur Städtebauerneuerung (Aufnahme ressourcensparender Komponenten)
6	Verstärkte Lenkungsabgaben auf den KfZ-Verkehr (Verteuerung der „Stadtflucht“)
6	Forcierte kommunale und regionale Liegenschaftspolitik
4	Vorgabe Innen-; Außenentwicklung 3:1
2	Attraktivitätssteigerung der Städte durch Förderung autofreien bzw. autoarmen Wohnens und Ausweitung von Grünflächen
1	Modifizierte Stellplatzverordnung
0	Zertifikate für Flächenumwandlung
0	Flächenpool auf Länderebene

[105] Fünf externe Experten (von insgesamt sechs) schickten ihre Gewichtung der Maßnahmen und Instrumente an die Projektpartner zur Auswertung zurück.

Effiziente Bestandsnutzung

5	Wettbewerbe und Marketingkampagnen für Wohnen im Bestand
5	Soziale Stadtteilentwicklung
4	Ausweitung der Bestandssanierungs- und Modernisierungsprogramme von Bund und Ländern
3	Verbessertes Dienstleistungsangebot (Concierge, soziale Dienste etc.) in ausgewählten Beständen
2	Gezielte Förderung von Arbeitsplätzen in strukturschwachen Regionen (Vermeidung von Abwanderung und Leerstand)
1	Verbesserung des Angebot-/Nachfrageverhältnisses im Bestand durch forciertes Umzugsmanagement
0	Qualitätssicherung
0	Spezielle Bund-/Länderförderprogramme für Wohnungsvergrößerungen und Wohnungszusammenlegungen

Übergeordnete Instrumente

13	Reform der Eigenheimzulage
10	Geänderte Wohnungsbauförderung
7	Verursachergerechte Gebühren, externe Kosten internalisieren
4	Verbesserung des Wohnumfeldes (ÖPNV...)
0	Einführung von Gebäudepässen für den Bestand