

TEXTE 01/2004

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 298 92 303/02
UBA-FB 000543

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)

Umweltforschungsplan
des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Stoffstrommanagement

Förderkennzeichen (UFOPLAN 298 92 303/02)

**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
Kurzfassung

Beteiligte Forschungseinrichtungen



Öko-Institut e.V.

www.oeko.de



Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. Dresden

www.ioer.de



TU Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau

www.tu-dresden.de/biwiss/bauss.htm

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

**Umwelt
Bundes
Amt** 
für Mensch und Umwelt

November 2003



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
Kurzfassung

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)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
1 Projektziele.....	1
2 Modellierung des Bedürfnisfeldes „Bauen und Wohnen“	4
3 Akteurseinbindung.....	7
4 Szenarien.....	8
5 Ergebnisse	12
6 Perspektiven für nachhaltiges Bauen und Wohnen	17

1 Projektziele

Im Herbst 2002 fand in Johannesburg – 10 Jahre nach der UN-Konferenz zu Umwelt und Entwicklung in Rio – ein weiterer Weltgipfel statt, der eine Bestandsaufnahme zur Situation der Erde und neue Impulse für eine globale nachhaltige Entwicklung geben sollte. In Deutschland zeichnet sich das Thema nachhaltige Entwicklung in den letzten Jahren als ein weites und vielfältiges Feld mit zahlreichen staatlichen und privaten Aktivitäten aus. Informationskampagnen, Initiativen und Maßnahmen auf nationaler Ebene (z.B. Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt“ des 13. Deutschen Bundestages, „Nachhaltiges Deutschland“ des Umweltbundesamtes) sind ebenso relevant wie die zahlreichen Vorstöße auf Ebene der Bundesländer sowie der Regionen und Kommunen („lokale Agenden“ etc.).

Aktuell ist auf nationaler Ebene in Deutschland der „Rat für nachhaltige Entwicklung“ tätig geworden, welcher Vorschläge für die Festsetzung und Fortschreibung von Umweltzielen und für konkrete Projektvorschläge in einzelnen Handlungsfeldern erarbeitet. Die Bundesregierung hat im Frühjahr 2002 in einer Veröffentlichung unter dem Titel „Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung“ ausführlich zur Herausforderung der nachhaltigen Entwicklung Stellung bezogen.

Es werden darin u.a. langfristige Ziele hinsichtlich Rohstoff- und Energieproduktivität, Klimaschutz, Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch und Flächeninanspruchnahme für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland aufgestellt. Diese Bereiche der Umweltinanspruchnahme haben gemeinsam, dass sie entscheidend von der Entwicklung des Bedürfnisfeldes „Bauen und Wohnen“ beeinflusst werden. Daher hat das Umweltbundesamt im Jahre 2000 das Forschungsprojekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ in Auftrag gegeben.

Warum das Bedürfnisfeld „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. Ein weiterer Grund für die Wahl des Bereiches „Bauen und Wohnen“ ist die Tatsache, dass sich in diesem Bedürfnisfeld ein Paradigmenwechsel aufgrund eines tiefgreifenden, demographischen und strukturellen Wandels anbahnt.

Nach dem Ende des 2. 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 aber auch in einigen Regionen der Alten Bundesländer (ABL) die wohnungspolitische Debatte. Der Niedergang und die Verwahrlosung ganzer Stadtteile drohen. Viele Kommunen bluten aufgrund des Bevölkerungsrückgangs buchstäblich aus, während sie weiterhin hohe Infrastrukturaufwendungen bewältigen müssen. 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.

- Wie kann die anhaltende Flächeninanspruchnahme in diesem Bereich vermindert werden?
- Wie kann den Zielen des Klimaschutzes Rechnung getragen werden?
- Wie lässt sich die enorme Inanspruchnahme nicht erneuerbarer Rohstoffe wie Kies, Sand, Ton etc. verringern?
- Wie kann gleichzeitig eine qualitativ und quantitativ angemessene Versorgung der Bevölkerung mit Wohnraum gewährleistet werden?

Für die Unterstützung der Beantwortung dieser und weiterer Fragen wurde vor einigen Jahren vom Öko-Institut im Auftrag des Umweltbundesamtes die bedürfnisfeldbezogene Stoffstromanalyse entwickelt¹. Diese Methodik umfasst zwei Kernbestandteile: Zum einen die Modellierung der zeitlichen Entwicklung des Wohnungsbestandes in Deutschland für verschiedene Szenarien² mit Hilfe der Software BASiS³. Dabei können Neubau-, Erhaltungs- und Modernisierungsprozesse abgebildet und die Auswirkungen auf die Umwelt ermittelt werden. Das zweite, zentrale Element ist die Einbindung der verschiedenen Akteure des Bereiches „Bauen und Wohnen“, um eine realistische Ausgestaltung der Szenarien zu gewährleisten und den ausgewählten Akteuren die Auswirkungen ihres Handelns im Gesamtkontext zu verdeutlichen. Beteiligt waren Vertreter verschiedener politischer Ressorts der Bundes- und Landesebene, Naturschutzverbände, Wirtschaftsakteure, Architekten, Planer und Gewerkschaftsvertreter.

Aus den Ergebnissen, die „was wäre wenn Fragen“ beantworten, lassen sich Handlungsschwerpunkte ermitteln und herausstellen.

¹ Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung; Öko-Institut 1999, erschienen in der Reihe „Texte“ des Umweltbundesamtes Nr. 47/99.

² Szenarien sind keine Prognosen, d.h. sie haben nicht den Anspruch die zukünftige Entwicklung „vorherzusagen“. Sie bieten jedoch die Option, die Auswirkungen definierter Maßnahmen oder ganzer Maßnahmenbündel in der Zukunft transparent zu machen. Mit Szenarien können die Unterschiede alternativer Entwicklungspfade für ein Bedürfnisfeld in ihrer zeitlichen Entwicklung dargestellt werden.

³ Bedarfsorientiertes Analysewerkzeug für Stoffströme in Szenarien (BASiS).

Das Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ baut auf dem im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführten Vorgängerprojekt „Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung“ auf. Die damals festgelegten Bilanzierungsgrenzen wurden jedoch wesentlich erweitert. Es wird nun auch die unter Ressourcen- und Flächengesichtspunkten wichtige technische Infrastruktur wie z.B. Wohnstrassen, Ver- und Entsorgungsleitungen in die Stoffstromberechnungen einbezogen. Diese Aufgabe erforderte umfassende konzeptionelle Arbeiten und Datenauswertungen, die durch Fachleute des Instituts für ökologische Raumentwicklung (IÖR) und der Technischen Universität Dresden geleistet wurden.

Das im Vorgängerprojekt als Prototyp entwickelte Stoffstrommodell BASiS wurde im Hinblick auf seine Leistungsfähigkeit und Benutzerfreundlichkeit deutlich verbessert.

Das Projekt „Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland“ hatte folgende Ziele:

1. Identifizierung ökologisch relevanter Einsparpotentiale und Handlungsoptionen!
2. Einbindung und Sensibilisierung ausgewählter Schlüsselakteure!
3. Ableitung von Prioritäten für eine vorsorgende Umweltpolitik im Bereich „Bauen und Wohnen“!

2 Modellierung des Bedürfnisfeldes „Bauen und Wohnen“

Die bedürfnisfeldorientierte Stoffstromanalyse hebt sich von bestehenden Methoden wie z.B. Produktökobilanzen oder Umweltmanagementsystemen wesentlich ab. Erstmals werden durch die Betrachtung der durch ein Bedürfnis ausgelösten Stoff- und Energieströme die Angebotsseite (Bauen) und die Nachfrageseite (Wohnen) gemeinsam betrachtet. Nur eine derartige Betrachtungsweise ermöglicht es den für eine nachhaltige Entwicklung notwendigen Gestaltungsprozess sinnvoll aufzubauen. Um ein komplexes System, wie es ein Bedürfnisfeld darstellt, überhaupt modellieren zu können, sind Vereinfachungen notwendig: So werden die vielen verschiedenen „realen“ Häuser zu Haustypen und die diversen Bebauungsformen zu Bebauungsleit-typen zusammengefasst. Kleine Stoffströme werden unberücksichtigt gelassen und nur die wichtigsten Umweltproblemfelder und Indikatoren betrachtet.

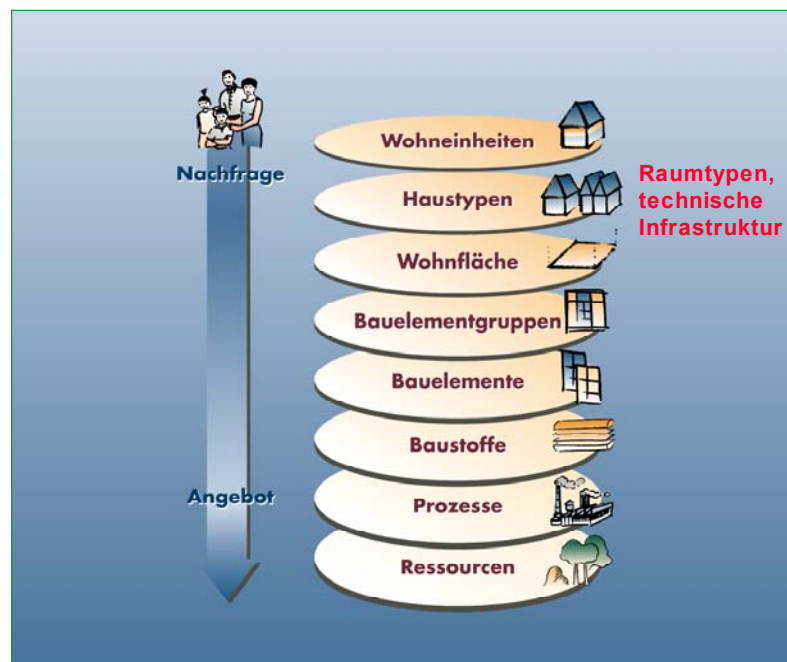
Folgende Umweltproblemfelder und Indikatoren können untersucht werden:

Tabelle 2.1 Ausgewählte Umweltindikatoren für die untersuchten Umweltproblemfelder

Umweltproblemfeld	Ausgewählte Umweltindikatoren
Inanspruchnahme von Rohstoffen	Rohstoffbedarfe (Energie, Erze, Mineralien, Holz)
Treibhauseffekt	Emission von Treibhausgasen (insb. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)
Versauerung von Ökosystemen	Emission von Säurebildnern (SO ₂ , NO _x)
Abfallaufkommen	Abraum, Produktionsabfälle, Bodenaushub, Bauschutt
Flächeninanspruchnahme	Flächen für Grundstücke und Verkehrserschließung von Wohngebieten

Als geeignetes EDV-Werkzeug stand der im Vorgängerprojekt für das Umweltbundesamt entwickelte Prototyp BASiS-1 zur Verfügung. Mit Hilfe von BASiS ist es möglich die zeitliche Entwicklung der durch den Wohnungsbestand verursachten Umweltinanspruchnahme in Deutschland für verschiedene Szenarien zu ermitteln. Betrachtet wird die Umweltinanspruchnahme von der Rohstoffentnahme über die Grundstoff- und Weiterverarbeitung bis hin zu dem Neubau von Wohnhäusern oder Bauelementen und Baustoffen für Umbau- und Instandhaltungsmaßnahmen, die vom Kunden erworben, benutzt und schließlich zur Entsorgung abgegeben werden. Im Rahmen des Projektes „Nachhaltiges Bauen und Wohnen“ wurde BASiS-1 aktualisiert und in den Bilanzierungsgrenzen erweitert. BASiS-2 umfasst zusätzlich die für die innere Erschließung von Wohngebieten notwendige technische Infrastruktur (Strassen, Ver- und Entsorgungsleitungen). In der folgenden Abbildung ist – stark vereinfacht – die Strukturierung von BASiS-2 wiedergegeben.

Abbildung 2.1 Strukturierung des Stoffstrommodells BASiS-2 (vereinfachte Darstellung)



Dafür wurde in einem ersten Schritt der in BASiS-1 über Haustypen, Baualter und Zuordnung zu den Neuen oder Alten Bundesländern strukturierte Gebäudebestand sogenannten Bebauungsleittypen zugewiesen. Diese Bebauungsleittypen repräsentieren idealtypische Bebauungsformen unterschiedlicher Dichte. Als zusätzlich raumstrukturelles Differenzierungselement wurden sogenannte Raumtypen entwickelt: „Kernstädte“, „erweiterter suburbaner Raum“ sowie „ländlicher Raum“. Dadurch wird es mit dem Modell möglich strukturelle „Stadt-Land-Unterschiede“ abzubilden. Jedem Bebauungsleittyp wurde für jeden der drei Raumtypen ein aus Expertenwissen abgeleiteter Wert für die Geschossflächendichte (GFD) zugeordnet.

Der Geschossflächendichte kommt für die Erweiterung des Stoffstrommodells eine große Bedeutung zu, da die zu bilanzierende Verkehrserschließungsfläche⁴ sowie das Nettowohnbauland (Grundstücksfläche für Wohngebäude) über sie ermittelt wird. Da der Verkehrserschließungsaufwand (Verkehrserschließungsfläche je m² Geschossfläche) stark von der jeweiligen Geschossflächendichte abhängt, stellt die GFD einen bedeutenden Hebel auf die Flächen- und Stoffinanspruchnahme in den Szenarien dar. Im nächsten Schritt wurden über die ermittelten Verkehrserschließungsflächen (jedes Bebauungsleittyps) und die typischen Straßenquerschnitte die spezifischen Längen der Verkehrswege und damit der Ver- und Entsorgungsleitungen berechnet. Diese Daten wurden in die Datenbank des Stoffstrommodells ebenso aufgenommen wie die recherchierten Bauelemente der Infrastruktur und die für ihre Herstellung notwendigen Baustoffe.

⁴ Im Rahmen des UBA-Forschungsprojektes wird unter dem Begriff Verkehrserschließungsfläche die innere Erschließung von Wohngebieten im öffentlichen Bereich (d.h. Wohnstraßen, Fußwege etc.) als „Verkehrerschließungsfläche“ subsumiert. Öffentliche Grünflächen sind hiervon ausgenommen.

Die Haustypen des Neubaus wurden ähnlich wie der Gebäudebestand im Hinblick auf ihre räumliche Lage (Kernstädte, erweiterter suburbaner Raum, ländlicher Raum) differenziert. Zusätzlich wurde beim Neubau zwischen Außen- (Bauen auf „grüner Wiese“) und Innenentwicklung unterschieden. Die Innenentwicklung wurde unterteilt in (idealtypisch angenommene) infrastrukturneutrale (Nachverdichtung, Baulückenschließung) und infrastrukturelevante (Brachflächenaktivierung etc.) Baumaßnahmen. Mit diesen Differenzierungsmöglichkeiten im Bereich der Infrastruktur ist ein neues strategisches Element bei der Erstellung der Szenarien geschaffen worden. Mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 können für den Neubau differenzierte Szenarioannahmen bzgl. der räumlichen Verteilung (Revitalisierung der Städte versus Bauen auf der „grünen Wiese“) durchgespielt werden.

3 Akteurseinbindung

Der kontinuierliche Dialog mit verschiedenen Akteuren des Bereiches „Bauen und Wohnen“ stellt 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. 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.

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 Szenarioannahmen für das Referenz- und das Nachhaltigkeitsszenario wurden im Begleitkreis umfassend diskutiert und die daraus entwickelten Annahmen von allen Beteiligten mitgetragen. Zu speziellen Themen, die für die Entwicklung der Szenarien besonders relevant waren, wie „Die zukünftige Wohnungsentwicklung“ und „ressourcenschonendes Bauen“ wurden Expertenworkshops durchgeführt.

Durch diese Kommunikationsstruktur konnten verschiedene oft isoliert von einander geführte Diskussionsstränge im Bereich „Bauen und Wohnen“ vernetzt werden. Es zeigte sich, dass eine stärkere Vernetzung der Akteure und eine Integration der verschiedenen Teilsegmente des Bereiches „Bauen und Wohnen“ unbedingt erforderlich ist, um zu einer nachhaltigen Entwicklung in diesem Handlungsfeld zu gelangen. Lösungsansätze für ein nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland konnten in diesem Projekt aufgezeigt werden. Gleichzeitig gelang es die unterschiedlichen Akteure für die Bedeutung der komplexen Zusammenhänge und für die verschiedenen Perspektiven im Bereich „Bauen und Wohnen“ zu sensibilisieren. Die Begleitkreismitglieder schlugen dabei erste Anwendungsmöglichkeiten der Projektergebnisse in ihrem Tätigkeitsfeld vor.

4 Szenarien

Ausgangssituation

Die aktuelle Lage im Wohnungsbau ist durch einen deutlichen Rückgang der Wohnungsfertigstellungen in den letzten Jahren gekennzeichnet. Dies betrifft besonders stark den Geschosswohnungsbau. Die Wohnungsfertigstellungen sind in den Neunziger Jahren zunächst auf ein sehr hohes Niveau von ca. 600.000 Wohneinheiten pro Jahr in der Mitte des Jahrzehnts 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 ABL und NBL (Wohnungsnotdebatte),
- Sehr starke Einwanderungswellen nach Deutschland und
- Geburtenstarke Jahrgänge in der Haushaltsgründungsphase.

Ein derart hohes Niveau der Neubauaktivitäten wie in den Neunziger Jahren wird in den nächsten 25 Jahren nicht wieder erreicht werden. Es ist vielmehr damit zu rechnen, 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 Länder) 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 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 (Ausgangsjahr 2000). Mit diesen beiden Szenarien sollen Bilder möglicher Entwicklungen aufgezeigt werden, 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 wird 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,
- flächensparende 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 eingesetzt werden,
- mehr nachwachsende Rohstoffe in der Konstruktion eingesetzt werden und
- es sollen 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 und 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 dieser 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 4.1 Wichtige Stellschrauben für nachhaltiges Bauen und Wohnen

Stellschrauben	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 ⁵ und Realisierung der ExWoSt-Vorgabe ⁶ 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-/Nahwärmeanteils 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 Ein- bis Zweifamilienhäusern	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

Jeder dieser „Stellschrauben“ lassen sich quantitative Angaben über die Entwicklung der zu Grunde liegenden Größen zuordnen (Anzahl Wohneinheiten, absolut und in

⁵ Apel, D.; Böhme, C.; Meyer, U.; Preisler-Holl, L.; Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung. Deutsches Institut für Urbanistik (difu) im Auftrag des Umweltbundesamtes.

⁶ ExWoSt = Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, Förderprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen.

bestimmten Raumtypen; Anzahl nachgedämmter Wohneinheiten; Anzahl Passivhäuser etc.). Zu jeder „Stellschraube“ wurden in Abstimmung mit dem Begleitkreis solche quantifizierten Szenarioannahmen getroffen⁷. 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 40 m²/Kopf im Jahr 2000 bis zum Jahr 2025 auf ca. 47 m²/Kopf.⁸ Gleichzeitig wird eine verstärkte Sanierung und Modernisierung des Gebäudebestandes unterstellt und damit eine erhebliche Verbesserung der Gebäudesubstanz angenommen.

⁷ Die ausführliche Beschreibung der Szenarioannahmen und Ihrer Quantifizierung findet sich im Endbericht.

⁸ Die durchschnittliche Wohnfläche im Referenzszenario ist im Jahr 2025 mit ca. 48 m²/Kopf nur geringfügig höher; allerdings bei im Durchschnitt geringerer Qualität der Gebäude.

5 Ergebnisse

Die Szenarienergebnisse, die mit Hilfe des neuen Stoffstrommodells BASiS-2 für den Szenariozeitraum 2001 – 2025 (Ausgangsjahr 2000) gewonnen wurden, unterscheiden sich über den Zeitverlauf vor allem, wenn man das Referenzszenario mit dem Nachhaltigkeitsszenario vergleicht. Im folgenden werden für die zentralen Herausforderungen Flächen- und Rohstoffinanspruchnahme, Klimaschutz sowie Anfall von Bauschutt im Bereich „Bauen und Wohnen“ ausgewählte Ergebnisse des Forschungsvorhabens dargestellt.

Flächeninanspruchnahme

Die tägliche Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbau- und Verkehrserschließungsfläche) beträgt im Ausgangsjahr 2000 rund 31 ha/Tag. Für das Jahr 2025 wurde für das Referenzszenario ein Wert von ca. 27 ha/Tag ermittelt. Dem gegenüber steht eine Flächeninanspruchnahme von lediglich 5 ha/Tag im Nachhaltigkeitsszenario für 2025. Bei den genannten Zahlen ist nur die Flächeninanspruchnahme in der Außenentwicklung („grüne Wiese“), d.h. ohne Bauaktivitäten in der Innenentwicklung (z.B. Nachverdichtung) berücksichtigt.

Abbildung 5.1 Referenzszenario: Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbau- und Verkehrserschließungsfläche) in ha/Tag durch Außenentwicklung in Deutschland

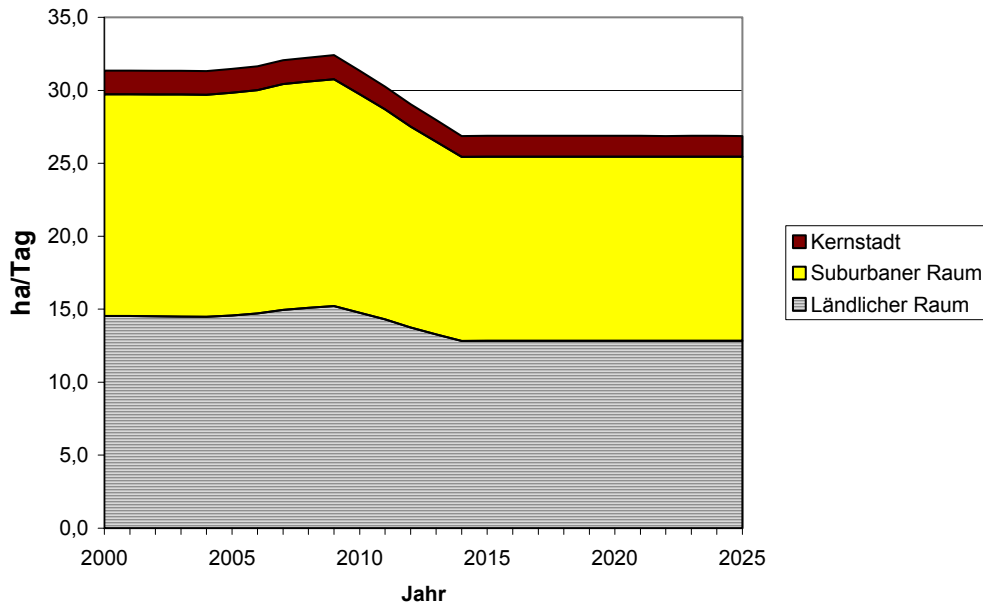
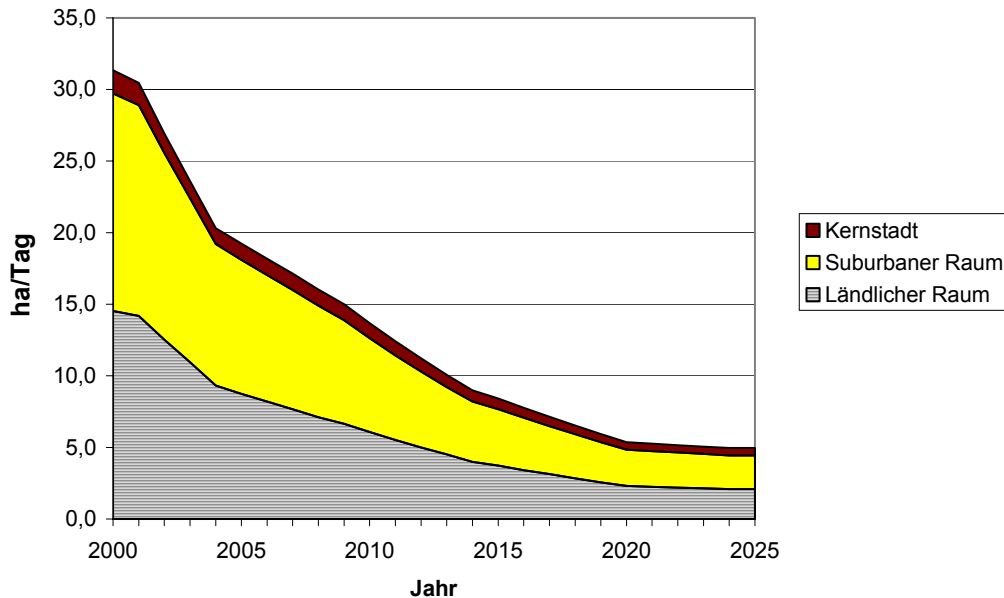


Abbildung 5.2 Nachhaltigkeitsszenario: Flächeninanspruchnahme (Nettowohnbauland und Verkehrserschließungsfläche) in ha/Tag durch Außenentwicklung in Deutschland



Die tägliche Flächeninanspruchnahme sinkt im Nachhaltigkeitsszenario bis zum Jahr 2020 auf ca. 1/6 des Ausgangswertes. Damit würde bei der Reduktion der täglichen Flächeninanspruchnahme eine Größenordnung erreicht, die im Einklang mit dem Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zur Erhaltung von Freiräumen stünde.⁹ Wichtige Lösungsansätze zur Umsetzung des Nachhaltigkeitsszenarios sind eine effiziente Bestandsnutzung, durch die Neubau vermieden wird; eine Umkehr von der Nachfrage nach freistehenden Einfamilienhäusern zu flächensparenderen Bauungsformen (Geschosswohnungsbau, Reihenhäuser) sowie eine verstärkte Innenentwicklung der Siedlungsgebiete (Nachverdichtung und Konversion von Brachflächen).

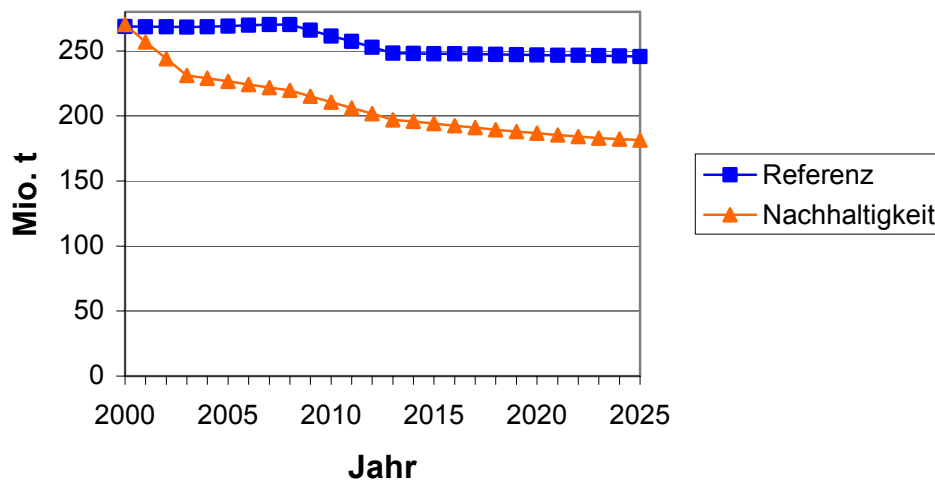
Rohstoffinanspruchnahme

Im Referenzszenario sinkt die Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen (Kies, Sand, Ton/Mergel, Kalkstein, Gips, Naturstein/Bruchstein) zwischen dem Jahr 2000 bis zum Jahr 2025 nur unwesentlich von 269 Mio. t/a auf 246 Mio. t/a. Im Nachhaltigkeitsszenario ist im gleichen Zeitraum ein Rückgang um rund 33 % auf 180 Mio. t/a zu verzeichnen. Neben den oben bereits genannten Lösungsansätzen ist auch ein verstärkter Einsatz von recyceltem Beton für die reduzierte Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen im Nachhaltigkeitsszenario verantwortlich. Die Detailanalyse der Ergebnisse hat gezeigt, dass die betrachtete Infrastruktur für einen großen Teil der in Anspruch genommenen mineralischen Rohstoffe

⁹ Das Umweltziel der Bundesregierung sieht für die tägliche Flächeninanspruchnahme für neue Siedlungs- und Verkehrsfläche ausgehend vom Jahr 2000 (ca. 129 ha/Tag) eine Reduzierung auf rund 1/4 des Ausgangswertes bis zum Jahr 2020 vor (Perspektiven für Deutschland – unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, Bundesregierung 2002).

verantwortlich ist (rund 120 Mio. t im Ausgangsjahr). Da innerhalb des Teilsegments „Infrastruktur“ die Instandhaltung mit ca. 85 Mio. t die Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen dominiert und diese Aufwendungen zur Erhaltung der Infrastruktur nach den Annahmen in beiden Szenarien auch in Zukunft jährlich aufgebracht werden müssen, fällt im Gesamtergebnis der Rückgang der Rohstoffinanspruchnahme bis zum Jahr 2025 im Nachhaltigkeitsszenario weniger drastisch aus als bei der Flächeninanspruchnahme.

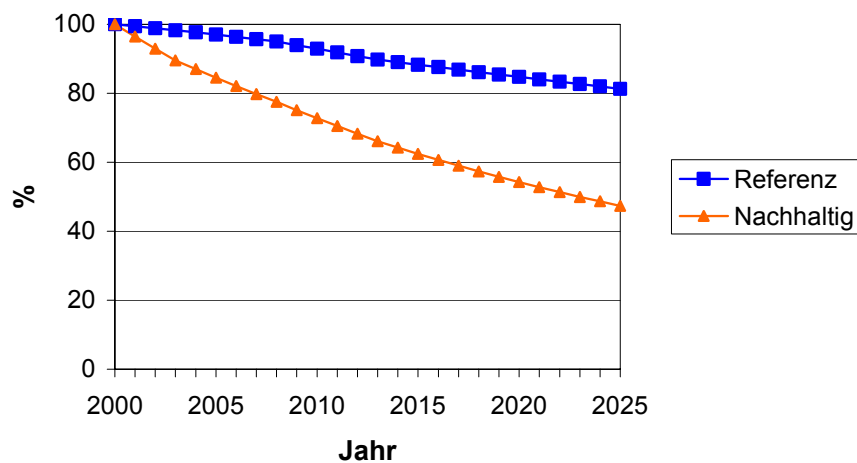
Abbildung 5.3 Inanspruchnahme von mineralischen Rohstoffen für „Bauen und Wohnen“ in Deutschland (Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario)



Klimaschutz

Die Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid für das Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“¹⁰ sinken im Nachhaltigkeitsszenario bis zum Jahr 2025 gegenüber dem Jahr 2000 um rund 52% - im Referenzszenario um rund 19%.

Abbildung 5.4 Entwicklung der Kohlendioxidemissionen im Bedürfnisfeld „Bauen und Wohnen“ (Jahr 2000 = 100%)



¹⁰ Dabei wurde die Energieinanspruchnahme für die Beheizung der Gebäude sowie für den Bau und die Instandhaltung von Gebäuden und Infrastruktur einschließlich der Aufwendungen in Vorketten betrachtet.

Das Ergebnis für die Entwicklung der CO₂-Emissionen des Bereiches „Bauen und Wohnen“ im Nachhaltigkeitsszenario bis zum Jahr 2020 (- 46%) bzw. bis zum Jahr 2025 (- 52%) gegenüber dem Jahr 2000 kann als wichtiger Beitrag dieses Bedürfnisfeldes zu den mittel- und langfristigen Klimaschutzzielen¹¹ für Deutschland insgesamt angesehen werden (- 80% bis 2050 für die nationalen CO₂-Emissionen bzw. -40% bis 2020 und -50% bis 2030, jeweils gegenüber 1990)¹². Das Ergebnis für das Referenzszenario zeigt dagegen trotz der Reduzierung der CO₂-Emissionen, dass die zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele notwendigen Minderungspotentiale hier nicht ausreichend erschlossen werden.

Da auch im Nachhaltigkeitsszenario bis 2025 noch nicht der gesamte Gebäudebestand 2000 in Deutschland saniert ist¹³ und damit weitere Reduzierungspotentiale für die Kohlendioxidemissionen bestehen, ist hier eine Langfristperspektive über 2025 hinaus erkennbar. Die Ergebnisse des Nachhaltigkeitsszenarios, die im Kern auf eine ambitionierte Wärmedämmung des Gebäudebestandes und eine verstärkte Hinwendung des Heizungsmixes auf regenerative Energien sowie Fern- und Nahwärme zurückgehen, zeigen, dass auch langfristige CO₂-Minderungsziele mit diesen Lösungsansätzen erreichbar sind.

Anfall von Bauschutt

In der nachfolgenden Graphik ist der Bauschuttanfall¹⁴ aus der Instandhaltung und dem Abriss von Wohngebäuden und der Instandhaltung der Infrastruktur¹⁵ im Bereich der inneren Erschließung (Straßenaufbruch, alte Kanalrohre etc.) abgebildet. Die linke Säule zeigt, dass im Ausgangsjahr 2000 fast 120 Mio. t als Bauschutt angefallen sind. Der größte Anteil wird durch die Instandhaltung der Infrastruktur verursacht. Es folgt der Anfall von Bauschutt aus der Instandhaltung des Gebäudebestandes. Der Abriss von Wohngebäuden trägt im Ausgangsjahr lediglich zu 5 Mio. t Bauschutt bei.

¹¹ 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.

¹² Das langfristige Klimaziel 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 CO₂-Emissionen Reduktionsziele von 40% bis zum Jahr 2020, 50% bis 2030 und 80% bis 2050 aufgestellt (jeweils gegenüber 1990).

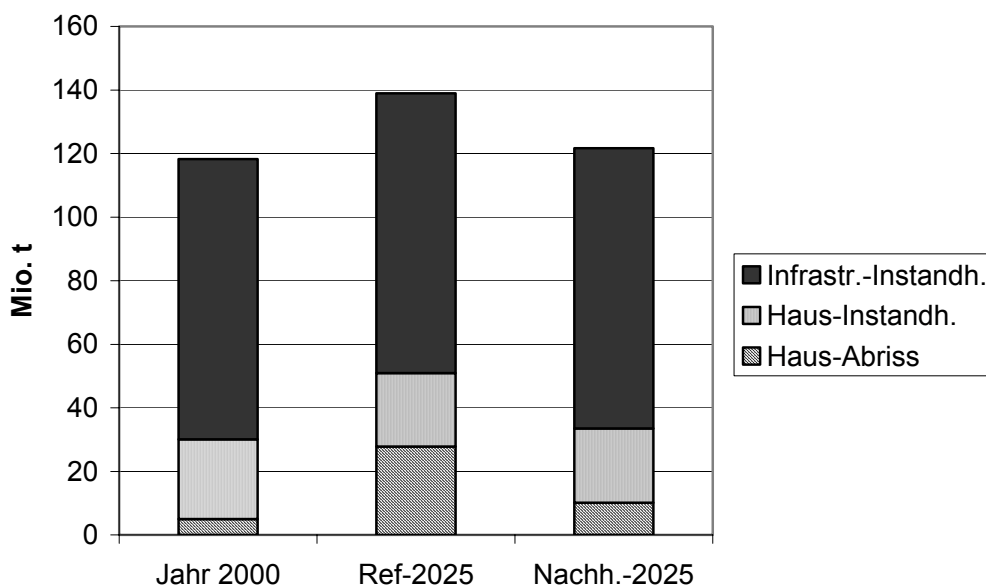
¹³ Im Jahr 2025 besteht im Nachhaltigkeitsszenario unter Berücksichtigung der bereits sanierten Bestände und des kumulierten Abgangs (ohne Zusammenlegungen, da diese Wohnflächen weiterhin beheizt werden müssen) noch ein Potential von zukünftig zu sanierenden Wohneinheiten von rund 33%, d.h. rund ein Drittel des Bestandes aus dem Jahr 2000 steht über den Szenariozeitraum hinaus für wärmetechnische Sanierungen zur Verfügung.

¹⁴ Unter dem Begriff „Bauschutt“ ist hier auch das Reststoffaufkommen aus dem Bereich Infrastruktur subsummiert, welcher üblicherweise in der Abfallwirtschaft als „Straßenaufbruch“ bezeichnet wird.

¹⁵ 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.

Im Referenzszenario wächst der Bauschuttanfall im Referenzszenario bis zum Jahr 2025 auf fast 140 Mio. t/a an. Verantwortlich hierfür ist der stark wachsende Anfall von Bauschutt, welcher durch forcierte Abrissmaßnahmen an Wohngebäuden verursacht wird. 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 Anstieg des Bauschuttanfalls durch Abriss von Wohngebäuden nimmt im Vergleich zum Referenzszenario nur moderat zu.

Abbildung 5.5 Bauschuttanfall durch Instandhaltung und Abriss von Wohngebäuden und Instandhaltung technischer Infrastruktur in Deutschland (Referenz- und Nachhaltigkeitsszenario)



Die ausgewählten Ergebnisse zeigen eindrucksvoll die möglichen unterschiedlichen Entwicklungen des Bereiches „Bauen und Wohnen“ auf. Mit dem Stoffstrommodell BASiS-2 konnten noch zahlreiche weitere Ergebnisse berechnet und im Detail analysiert werden. Die ausführlichen Ergebnisse sind im Endbericht dokumentiert.

6 Perspektiven für nachhaltiges Bauen und Wohnen

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 intensivierete 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 Stadtfucht),
- 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.¹⁶ 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,¹⁷ die von den Akteuren in den Diskursen favorisiert wurden, werden in der folgenden Tabelle den entsprechenden „Stellschrauben“ der Szenarien zugeordnet:

¹⁶ Vgl. die Ergebnisse des Referenzszenarios, bei dem wichtige Umweltziele nicht erreicht werden (vgl. Endbericht, Kapitel 6.5).

¹⁷ Vgl. hierzu Kapitel 7 des Endberichts.

Tabelle 6.1 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 6.1 aufgeführten Maßnahmen und Instrumente sind bereits detailliert entwickelt und in Ansätzen bereits angegangen worden¹⁸. Sie sind für zukünftige Umsetzungsprozesse von großer Bedeutung.

¹⁸ 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 dienen, zeigen dieses Potential sehr deutlich. In Schleswig-Holstein dienen die Ergebnisse für das Nachhaltigkeitsszenario im Bereich „Bauen und Wohnen“¹⁹ als Basis für einen landesweiten Dialogprozess²⁰, 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, 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 des Endberichtes), 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

¹⁹ 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.

²⁰ Buchert, M.; Rheinberger, U.; Umsetzung von nachhaltigem Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein, im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Natur und Forsten des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.

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.

Environmental Research Plan
of the German Federal Ministry for the Environment,
Nature Conservation and Nuclear Safety

Material Flow Management

Funding Code (UFOPLAN 298 92 303/02)

**Material-flow-related components for a national
sustainable development strategy – linking the
construction and housing sector with the
complementary area of ‘public infrastructure’.**

Short title: Sustainable construction and housing in Germany
Executive Summary

Participating research institutions



Öko-Institut e.V. – Institute for Applied Ecology

www.oeko.de



**Institut für ökologische Raumentwicklung e.V. – Institute
of Ecological and Regional Development (IÖR), Dresden**

www.ioer.de



**Dresden University of Technology (TU Dresden),
Department of Urban and Road Engineering**

www.tu-dresden.de/biwiss/bauss.htm

Commissioned by the German Federal Environmental Agency (UBA)



Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Deutschland

Sustainable construction and housing in Germany

Material–flow–related components for a national sustainable development strategy – linking the construction and housing sector with the complementary area of ‘public infrastructure’.

Short title: Sustainable construction and housing in Germany
Executive Summary

Project advisors at the German Federal Environmental Agency:

Karl Otto Henseling

Marina Köhn

Mark Vallenthin

Authors:

Matthias Buchert (Project Leader) (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)

Table of Contents

Table of Contents	I
1 Project objectives	1
2 Modelling the ‘construction and housing’ area of need.....	4
3 Involvement of actors	7
4 Scenarios	8
5 Results	12
6 Perspectives for sustainable construction and housing ...	18

1 Project objectives

In autumn 2002 – 10 years after the United Nations Conference on Environment and Development in Rio – another world summit was held in Johannesburg. Its purpose was to take stock of the Earth's situation and give new impetus to global sustainable development. In Germany the theme of sustainable development has emerged in recent years as a broad and diverse sphere of activity involving numerous governmental and private-sector actors. Information campaigns, initiatives and measures on the national level (e.g. the Study Commission of the 13th German Bundestag on the "Protection of Humanity and the Environment" and the German Federal Environmental Agency's "Sustainable Germany" project) and the numerous initiatives taken by Germany's federal states ("the German Laender"), regions and municipalities (Local Agendas, etc.) are all equally relevant.

Recently Germany's national Council for Sustainable Development began working on proposals for defining and continuously updating environmental targets and turning these into concrete project briefs addressing particular action areas. In spring 2002 the German federal government published a document entitled "Perspectives for Germany – Our strategy for sustainable development" which set out its position in depth on the challenge of sustainable development.

It included long-term targets for sustainable development in Germany with regard to raw-material and energy productivity, climate protection, the proportion of primary energy consumption supplied by renewable energy sources, and land use. The common factor linking these areas of consumption of environmental resources is that they are all decisively influenced by the construction and housing 'area of need'. Hence the German Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt, UBA) commissioned the research project "Sustainable construction and housing in Germany" in the year 2000.

Why focus on construction and housing as a key 'area of need'?

Besides its ecological relevance on the grounds of its high consumption of energy, raw materials and land, the construction and housing 'area of need' is key to sustainable development in Germany in economic, social and cultural respects. A further reason for selecting the construction and housing sector is that a paradigm shift is currently in progress in this 'area of need', as a result of wide-ranging demographic and structural change.

Following the end of the Second World War, for a fifty-year period the Federal Republic of Germany's housing policy was dominated by intensive new construction of multi-storey apartment buildings and single- and two-family dwellings in order to provide the steadily growing population and an even more rapidly escalating number of households with appropriate living space. The same process was repeated in the 'new' regional states (of former East Germany) following German reunification in

1990, but on a more condensed timescale. Meanwhile vacant property is a growing priority on the housing agenda for the New Laender as well as some regions in the Old Laender (in former West Germany). Whole urban districts are under threat of decline and dereliction. Many municipalities are literally bleeding to death as their populations dwindle, while continuing to meet high infrastructure costs. At the same time, the issues surrounding the housing stock and the associated upgrading backlog have become highly relevant and gained considerable attention in the public debate and among experts in the field.

Against this backdrop, the challenges of sustainable development in the construction and housing ‘area of need’ call for new strategies. To develop such strategies, an essential prerequisite is well-founded information on the complex interactions of needs (here the need for living space) and the associated consumption of environmental resources.

- How can we reduce the constant annual land take in this sector?
- How can we meet climate protection targets?
- How can we reduce the vast consumption of non-renewable raw materials such as gravel, sand, clay etc.?
- How, at the same time, can we ensure the provision of living space for the population which meets qualitative and quantitative standards?

In support of a response to this and other questions, several years ago Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie – Institute for Applied Ecology) was commissioned by the Federal Environmental Agency to develop a material flow analysis relevant to this area of need.¹ This method comprises two core elements: first, modelling the chronological development of the housing stock in Germany for different scenarios² using the BASiS software package³. This generates a statistical representation of new-build, maintenance and modernization processes, in order to determine their impacts on the environment. The second core element is involvement of the different actors in the area of construction and housing, in order to confirm that the scenarios are realistically modelled and to make the selected actors aware of the impacts of their actions in the overall context. Those involved included representatives of different policy departments at national and regional state level, nature conservation associations, business people, architects, planners and trade union representatives.

¹ Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung [Material-flow-related components for a national sustainable development strategy]; Öko-Institut 1999, published in the “Texte” series of the German Federal Environmental Agency, No. 47/99.

² A scenario is not a prognosis, i.e. scenarios cannot claim to “predict” future developments. However they do offer the facility to clarify the future impacts of defined measures or whole packages of measures. Scenarios are useful for representing the differences between alternative courses of development in an area of need, viewed over time.

³ Bedarfsorientiertes Analysewerkzeug für Stoffströme in Szenarien (BASiS) [Needs-focused analysis tool for material flows in scenarios].

Having answered the “what if?” questions, priorities for action can be established and clarified.

The “Sustainable construction and housing in Germany” project builds on the predecessor project commissioned by the Federal Environmental Agency on “Material-flow-related components for a national sustainable development strategy”. The inventory boundaries defined at that time have, however, been substantially extended. Material flow calculations now include technical infrastructure with important implications for resource consumption and land take, such as residential streets and utility connections. This task called for comprehensive conceptual work and data evaluation, which was carried out by experts at the Institute of Ecological and Regional Development (Institut für ökologische Raumentwicklung – IÖR) and Dresden University of Technology (TU Dresden).

The BASiS material-flow model, developed as a prototype in the previous project, was significantly improved in terms of performance and user-friendliness.

The objectives of the “Sustainable construction and housing in Germany” project were as follows:

1. To identify ecologically relevant savings potentials and options for action.
2. To involve and sensitize selected key actors.
3. To derive priorities for precautionary environmental policy in the construction and housing sector.

2 Modelling the ‘construction and housing’ area of need

The material flow analysis relevant to this area of need differs in essential ways from existing methods such as product life-cycle assessments (LCAs) or environmental management systems. For the first time, the study of the material and energy flows attributable to a specific need enables the supply side (building) and the demand side (housing) to be considered simultaneously. Only by viewing the problem from this perspective is it possible to construct the necessary policy design process for sustainable development. In order to be able to model such a complex system as an area of need in the first place, certain simplifications are necessary: thus the many different ‘real’ houses are reduced to ‘building types’, and the diverse forms of development are summarized into ‘urban structural types’. Minor material flows are excluded from the assessment, and only the most important environmental concerns and indicators are taken into account.

The environmental concerns and indicators included in the study are as follows:

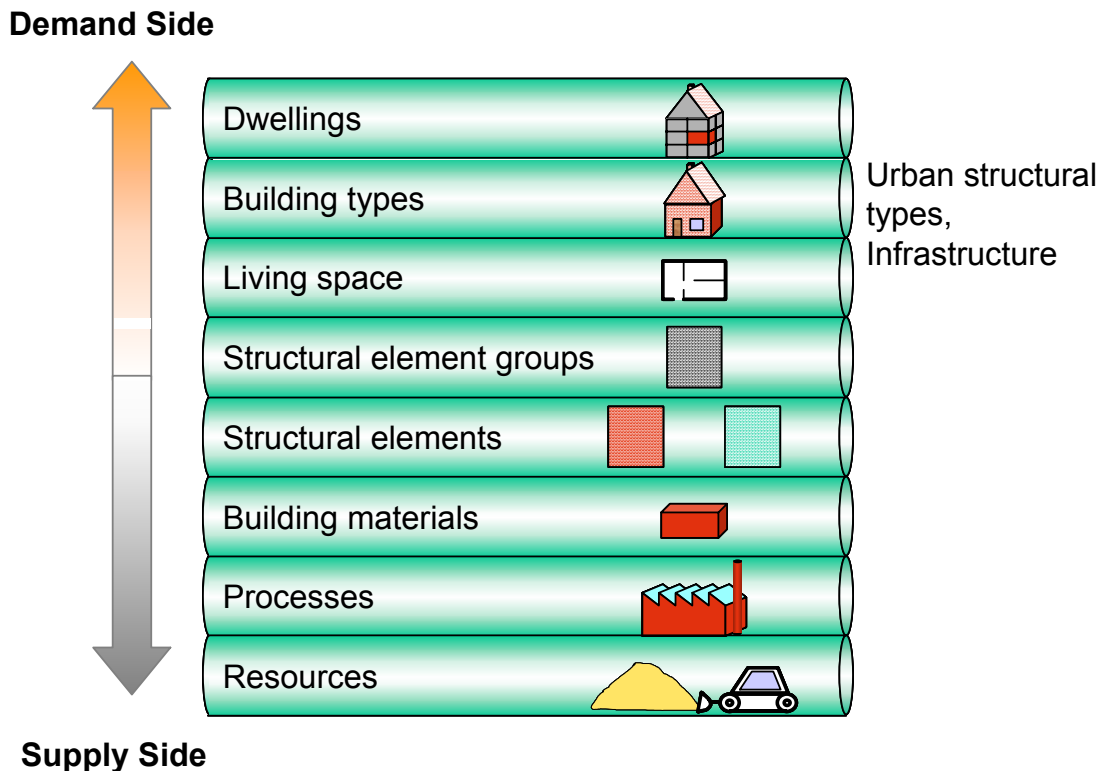
Table 2.1 Selected environmental indicators for the environmental concerns to be studied

Environmental concern	Selected environmental indicators
Resource consumption	Resource requirements (energy, ores, minerals, wood)
Global warming	Emission of greenhouse gases (esp. CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)
Ecosystem acidification	Emission of acidifiers (SO ₂ , NO _x)
Waste generation	Overburden, production wastes, excavated soil, construction debris
Land use	Land for housing plots and access roads/paths to residential areas

A suitable IT-tool was available in the form of the BASiS-1 prototype developed in the predecessor project for the German Federal Environmental Agency. Using BASiS it is possible to determine the trend in consumption of environmental resources attributable to the housing stock, over time, under various scenarios. The consumption of environmental resources is observed from the extraction of raw materials, through primary and secondary processing of base materials to use in construction of new housing units or in structural elements and building materials for conversion and maintenance projects; they are traced from purchase by the customer, through subsequent use to final disposal. In the course of the “Sustainable construction and housing” project, BASiS-1 was updated and the inventory boundaries were broadened. BASiS-2 additionally takes account of the technical

infrastructure necessary to provide access and services to residential areas (roads, utility supply and disposal systems). The following diagram presents a – very simplified – view of the structure of BASiS-2.

Figure 2.1 Structure of the BASiS-2 material-flow model (simplified representation)



For these purposes, the first step was to allocate the housing stock from the BASiS-1 structure (organized in terms of building types, age of buildings and location in the Old Laender or New Laender) to ‘urban structural type’ categories. These ‘development types’ reflect typical forms of development, differentiated by density. To incorporate a spatial dimension, three ‘region types’ were defined as an additional element of structural differentiation: ‘agglomeration’, ‘suburban areas’ and ‘rural areas’. This makes it possible to use the model to represent possible structural urban-rural distinctions. Each of the three ‘region types’ in every ‘urban structural type’ was allocated a nominal floor space index derived from expertise in the field.

The floor space index is highly important for the extension of the material-flow model, since it provides the basis for calculating the access road/path area⁴ and the net site area (land for housing construction) for the purposes of the inventory. Since

⁴ For the purposes of the UBA research project, the term ‘access road/path area’ subsumes the whole of the built publicly accessible areas within residential developments, i.e. residential streets and footpaths as well as roads. It does not include public green spaces.

the access road/path provision (access area per m² floor space) depends heavily on the specific floor space index, the floor space index is a significant leverage factor over land and material appropriation in the scenarios. The next step was to use the access road/path areas determined (for each urban structural type), along with typical road cross-sections, to calculate the specific lengths of roads and hence of utility supply and disposal pipelines. These data were entered into the material-flow-model database, as were the findings for structural elements and materials necessary for infrastructure construction.

The new-build building types were differentiated in terms of spatial location ('agglomeration', 'suburban areas' and 'rural areas'), in a manner similar to that applied to the existing housing stock. In addition, a distinction was made between developments on greenfield sites and those in built-up areas. Based on generalized assumptions, development in built-up areas was subdivided into infrastructure-neutral (infill development?, vacant lot development?) and infrastructure-relevant (brown field regeneration) development. With these possibilities for differentiation on the infrastructure level, a new strategic element has been created within the scenario-production process. The BASiS-2 material-flow model can be used to test, for new-build housing, scenario assumptions that are differentiated according to spatial distribution (regeneration of urban sites versus use of new greenfield sites).

3 Involvement of actors

Continuous dialogue with different actors in the construction and housing sector is a key focal point of the research project. These activities went far beyond the basic aim of providing information about the research project and ensuring the smooth flow of information and data within the project. In order to ensure that current, well-founded information on the actual situation and on trends in the construction and housing sector are available to the research project, the different actors are systematically integrated into the individual project elements.

As a central platform for this process, an advisory panel was set up composed of academics, representatives of federal government and regional state ministries, representatives of environmental organizations and trades unions, the construction industry and the banking sector, and urban and spatial planners. The scenario assumptions for the reference and sustainability scenarios were discussed at length within the advisory panel, and the assumptions derived on that basis were supported collectively by all participants. Expert workshops were held on special themes of particular relevance to the development of the scenarios, including “Future housing trends” and “Resource-efficient construction”.

By means of this communication structure it was often possible to integrate strands of the construction and housing debate which had been pursued separately. Greater networking of actors and integration of the different sub-segments of the construction and housing sector proved to be an absolute necessity in order to achieve sustainable development in this activity area. The project succeeded in suggesting some approaches for addressing the issues of sustainable construction and housing in Germany. At the same time, it succeeded in sensitizing the different actors to the significance of the complex interrelationships and different perspectives within the construction and housing sector. The advisory panel members also suggested some preliminary applications of the project findings within their own spheres of activity.

4 Scenarios

Context

The current situation in housing construction is characterized by a clear decline in the rate of housing unit completions over the last few years. The construction of multi-storey apartments has been affected particularly severely. Housing unit completions initially rose in the 1990s to the very high level of 600,000 housing units per year in the middle of the decade. This dropped to approx. 400,000 housing units in the year 2001. This decline can be observed in both the Old Laender (western) and the New Laender (eastern). The causes of the very high levels of activity in the area of new-build housing in the last decade of the 20th century were:

- The need to catch up with demand in the Old Laender and New Laender (housing shortage)
- Major influxes of immigrants to Germany
- A series of high-birthrate cohorts reaching the household establishment phase.

A level of new building as high as that of the 1990s will not happen again within the next 25 years. It is likely that the annual rate of housing unit completions during this period will be between 300,000 and 400,000 units. This is attributable to the major housing oversupply in many regions (particularly the New Laender) and, not least, the expected demographic trend in Germany which in the medium to long term will exhibit a strong flattening off or stagnation of population statistics and numbers of households.

The scenarios

In consultation between the project partners, the German Federal Environmental Agency and the members of the advisory panel, two different scenarios were put forward for the construction and housing sector – a reference scenario and a sustainability scenario. The scenario period covers the years 2001 to 2025 (baseline year: 2000). These two scenarios are used to illustrate possible courses of development, and the difference between them makes it possible to identify where there is scope for intervention to stimulate sustainable, environmentally sound construction and housing. This captures the range of possible developments in the construction and housing sector. Calculating the consumption of environmental resources associated with each of the two scenarios yields an idea of trends relating to key indicators such as land take, greenhouse gas emissions or raw materials consumption. From this it becomes clear to what extent, and at what cost, environmental sustainability targets in the construction and housing sector are achievable.

In line with these objectives, the reference scenario assumes the continuation of past trends in the “construction and housing” sector without any real intervention. The

sustainability scenario is based on the same demographic and macroeconomic assumptions as the reference scenario. The critical difference is in the assumption that sustainable construction and housing have gained a high priority for society, that the underlying conditions have been modified accordingly, resulting in higher thermal performance standards in housing, among other things. This will require:

- The upgrading of housing stocks through retrofitting, modernization and aggregation of units
- Accelerated programmes of urban regeneration
- The promotion of land-efficient forms of development
- A consistent policy of using available vacant sites or brown fields
- Establishment of the passive-house thermal performance standard in the mass market
- Consistent promotion of thermal upgrading of the housing stock
- An increase in the proportion of biomass and solar power and of district and neighbourhood heating systems used to supply space heat
- The use of more recycled grit and sand in concrete
- The use of more regenerating raw materials in construction
- Construction without cellars and investment of the resulting cost savings in improved energy standards etc.

Taken together, these approaches map out a vision of sustainable construction and housing, characterizing the course that needs to be taken to fulfil the sustainable development brief. A course for more sustainable development in the construction and housing sector can be set on various levels. These range from the choice of particular construction methods and materials and of different forms of housing (single-family house or multi-storey apartments) to the relative priority given to inner-urban and greenfield site development, or to housing stock upgrading and new construction. The scenarios were structured by way of scenario assumptions on these different levels. These represent the ‘points of leverage’ which influence differences in development leading to different results from the scenario calculations. These ‘levers’ cannot be adjusted ad infinitum. In order to gain a realistic assessment of the extent to which these values can be influenced, work was done with the advisory panel and by means of expert surveys to determine the potential scope, and mechanisms for achieving this potential were also discussed.

The following overview presents key ‘leverage points’ and measures for influencing them:

Table 4.1 Key leverage points for sustainable construction and housing

Leverage points	Measures
Extent of new-build	Full activation of housing stock (upgrading, aggregation of units) prevents property disuse/demolition, and curbs demand for new-build
Distribution of new-build across 'region type' categories	Promotion of urban regeneration reins in the trend towards suburbanization
Distribution of new-build across 'housing type' categories	More multi-family housing through increased development in built-up areas and promotion of urban regeneration, leading to a reduction in single-family houses
Ratio of inner-urban to greenfield site new-build	Consistent policy of fully utilizing available potential ⁵ and realization of the 'ExWoSt' (experimental housing and urban planning programme) conditions ⁶ for the ratio of inner-urban to greenfield development = 3 : 1
Demolition/conversion/aggregation of old housing units	Improved housing stock maintenance policy
Energy standards for new-build housing	Greater political backing for initiatives promoting housing built to passive-house standards
Advances in heating structures for new-build and existing housing stock	Strong promotion of biomass use (wood pellets etc.) as a renewable energy source, and increase in the proportion of space heat supplied by district and neighbourhood heating systems
Insulation retrofitting in the housing stock	Achievement of the technically feasible insulation retrofitting rate and quality (according to IWU, Institute for Housing and Environment) by increasing state support
Concrete recycling (for use in building construction)	Full utilization of potential in accordance with the "Concrete with recycled aggregate" standard of the German Committee for Reinforced Concrete (DAfStb).
Proportion of wood as a construction material in new single- and two-family houses	Comprehensive promotion of the use of regenerating raw materials, more houses built to passive-house standard (increase in wood as a construction material)
Proportion of new-build with cellars	One aspect of low-cost building, cost savings put to use for improving energy standards etc.

⁵ Apel, D.; Böhme, C.; Meyer, U.; Preisler-Holl, L.; Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung [Scenarios and potentials of housing development which sustainably minimizes land consumption and landscape degradation]. German Institute of Urban Affairs (difu) commissioned by the German Federal Environmental Agency.

⁶ ExWoSt = Experimenteller Wohnungs- und Städtebau, Förderprogramm (experimental housing and urban planning programme), programme funded by the Federal Ministry of Transport, Construction and Housing.

For all of these ‘leverage points’ it is possible to quantify the development of the associated underlying factors (number of housing units, absolute figures and for specific region types; number of housing units with retrofitted insulation; number of passive-houses, etc.). In consultation with the advisory panel, such quantified scenario assumptions were agreed for every “leverage point”.⁷ In the course of the advisory panel’s discussions, the assumptions agreed upon to differentiate the reference scenario from the sustainability scenario were selected so as to be achievable, given sufficient political will and popular acceptance of the German federal government’s sustainability targets.

The course of development under the sustainability scenario is not conditional upon unreasonable demands that people should moderate or relinquish their material aspirations. However it does depend upon certain reorientations, for instance away from greenfield sites and towards the core built-up areas, or away from new-build housing and towards maintaining the building stock. Overall the assumptions underlying the sustainability scenario result in a clear improvement in the housing stock in Germany. In this scenario, the living space per head rises from around 40 m²/person in the year 2000 to approx. 47 m²/person by the year 2025.⁸ At the same time, on the assumption of a significant increase in upgrading and modernization of the building stock, a substantial improvement in structural quality can be expected.

⁷ A complete description of the scenario assumptions, including quantified data, can be found in the final report.

⁸ Under the reference scenario, in the year 2025 the average living space of approx. 48 m²/person is only marginally higher, but on average buildings are of lower structural quality.

5 Results

The scenario results obtained by applying the new BASiS-2 material-flow model to the scenario period 2001 – 2025 (baseline year: 2000) differ over time, especially when the reference scenario is compared with the sustainability scenario. Selected results are presented below for the key challenges in the construction and housing sector, namely: land and raw material appropriation, climate protection, and arisings of construction debris.

Land use

The daily land take (net site area + access road/path area) in the baseline year 2000 was around 31 ha/day. For the year 2025, the value obtained under the reference scenario was approx 27 ha/day. This contrasts with a land take of only 5 ha/day for 2025 under the sustainability scenario. The figures cited only take account of land use on greenfield sites, i.e. they do not include building within built-up areas (e.g. infill development).

Figure 5.1 Reference scenario: Land take (net site area and access road/path area) in ha/day for greenfield development in Germany

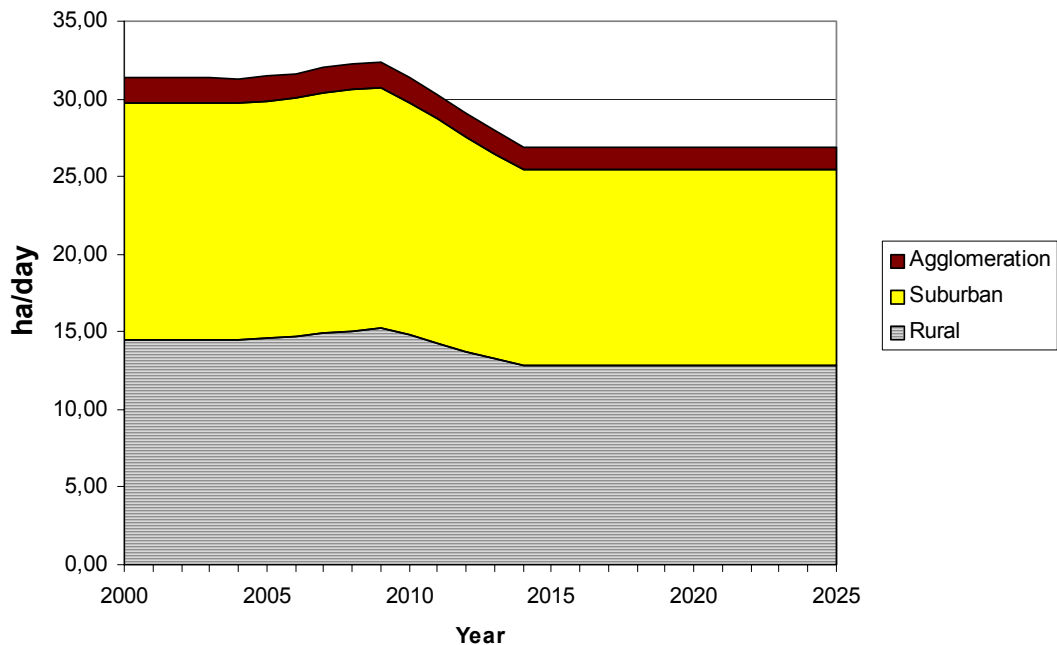
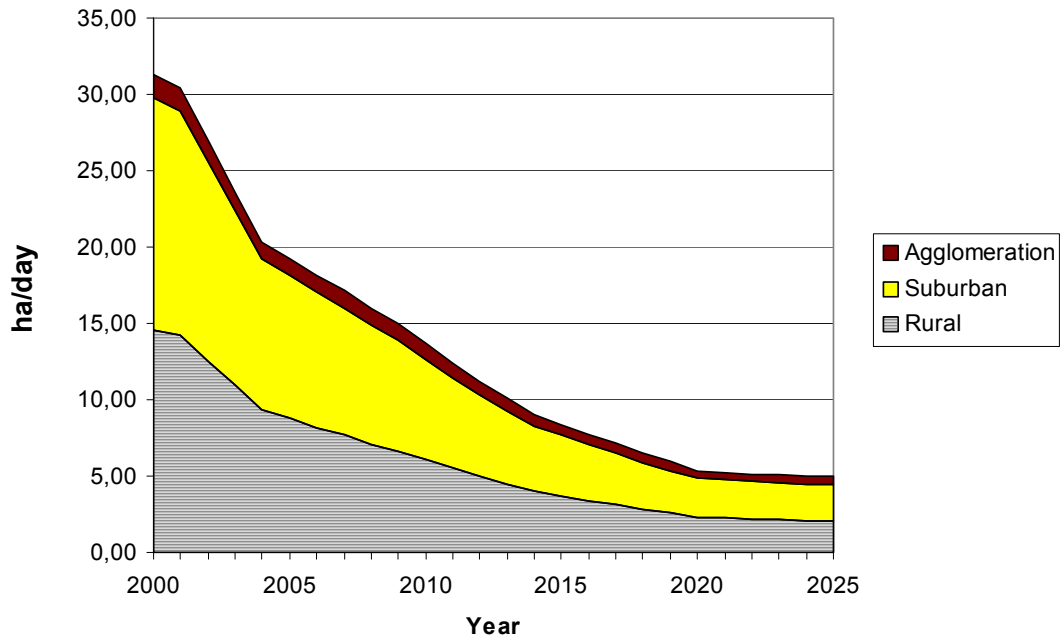


Figure 5.2 Sustainability scenario: Land take (net site area and access road/path area) in ha/day for greenfield development in Germany



This means that under the sustainability scenario, the daily land take falls by the year 2020 to approx. 1/6 of the baseline figure. This would reduce daily land take on a scale commensurate with the national sustainability strategy target for conservation of open spaces.⁹ Key approaches for implementing the sustainability scenario include efficient use of the building stock, thus avoiding new building; a refocusing of demand for detached single-family houses towards space-saving forms of building (multi-family, terraced) and greater emphasis on development within built-up residential areas (infill development and conversion of vacant sites or brown fields).

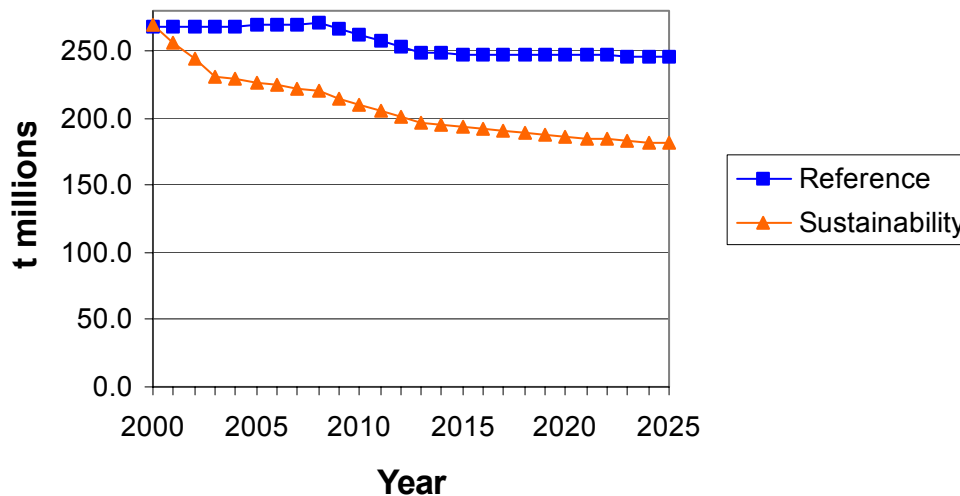
Raw materials consumption

Under the reference scenario, the consumption of mineral raw materials (gravel, sand, clay/marl, limestone, gypsum, natural stone/quarystone) falls only slightly between the years 2000 and 2025, from 269 million t/a to 246 million t/a. Under the sustainability scenario, a decrease of around 33% to 180 million t/a occurs. Beside the approaches already mentioned above, the reduction in consumption of mineral raw materials under the sustainability scenario is attributable to greater use of recycled concrete. Detailed analysis of the results showed that the infrastructure taken into account is responsible for a large proportion of the mineral raw materials

⁹ The German federal government's environmental target for daily land-take for new settlement and transportation areas, with the year 2000 as the baseline year (approx. 129 ha/day) anticipates a reduction to around 1/4 of the baseline figure by the year 2020 (Perspektiven für Deutschland – unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung [Perspectives for Germany – our strategy for sustainable development], German Federal Government 2002).

consumed (around 120 million t in the baseline year). Since the bulk of mineral raw materials consumed in the ‘infrastructure’ sub-segment is used for maintenance – approx. 85 million t – and these costs of maintaining the infrastructure will have to be met on an annual basis in future under both scenarios, the overall results under the sustainability scenario show raw materials consumption decreasing less drastically than land take by the year 2025.

Figure 5.3 Consumption of mineral raw materials for construction and housing in Germany (reference and sustainability scenario)

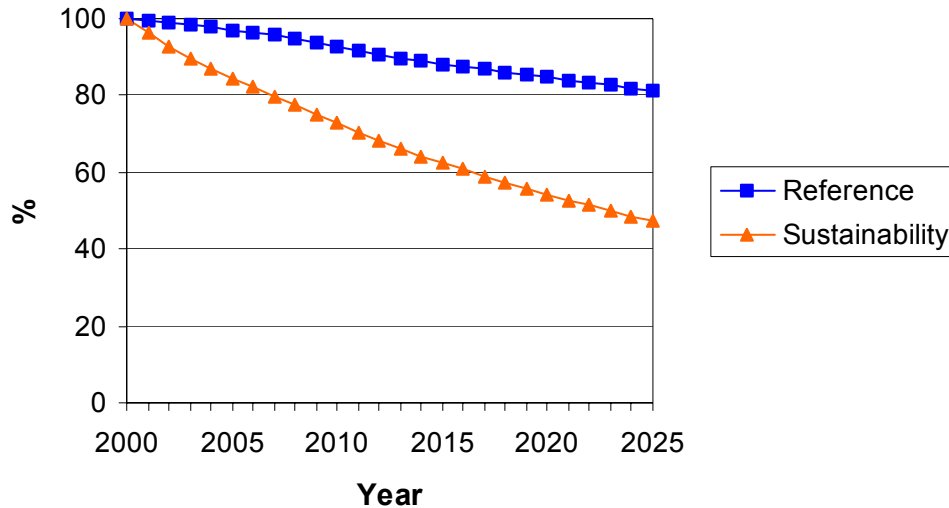


Climate protection

Under the sustainability scenario, there is a 52% drop in emissions of the greenhouse gas carbon dioxide for the ‘construction and housing’ area of need¹⁰ as opposed to around 19% under the reference scenario.

¹⁰ These figures take into account the energy consumption for heating the buildings, construction and maintenance of buildings and infrastructure including inputs in upstream chains.

Figure 5.4 Trend in carbon dioxide emissions for the construction and housing area of need (year 2000 = 100%)



The results for the trend in CO₂ emissions in the construction and housing sector under the sustainability scenario by the year 2020 (- 46%) and by the year 2025 (- 52%), in relation to the year 2000, can be seen as an important contribution of this area of need towards meeting the medium- and long-term climate protection targets¹¹ for Germany as a whole (- 80% by 2050 for national CO₂ emissions, i.e. - 40% by 2020 and - 50% by 2030, both in relation to 1990).¹² Under the reference scenario in contrast, despite the reduction in CO₂ emissions, the result shows that the available potential for making the necessary reductions to meet medium and long-term climate protection targets is not exploited sufficiently.

Since even under the sustainability scenario, Germany's whole year-2000 building stock will not have been fully upgraded by the year 2025,¹³ leaving some further potential for reduction of carbon dioxide emissions, here a long-term perspective extending beyond the year 2025 is identifiable. The results of the sustainability scenario, which are essentially based on vigorous thermal insulation of the building

¹¹ No comparison was made between the scenario results and the national reduction target for carbon dioxide emissions (- 25% by 2005 in relation to 1990 levels) since the greater part of the action period for the environmental target had already elapsed in the initial year (2000) of the scenarios. In contrast it is worthwhile to compare the scenario results as regards long-term climate protection targets.

¹² The long-term climate protection target is based on the work of the 12th German Bundestag's Study Commission on "Protection of the Earth's atmosphere" and relates to total national carbon dioxide emissions. The 14th German Bundestag's Study Commission on "Sustainable energy supply under the conditions of globalization and liberalization" (Enquete 2003) also set nationwide CO₂ emissions reduction targets of 40% by the year 2020, 50% by 2030 and 80% by 2050 (all in relation to 1990).

¹³ In the year 2025, taking into consideration the amount of housing stock upgraded and the cumulative retirement of units (except through aggregation of units, since such living spaces must still be heated), under the sustainability scenario the housing units with potential for future upgrading runs at around 33%, i.e. one-third of the year-2000 housing stock could still benefit from thermal upgrading after the scenario period.

stock coupled with reorientation of the mix of heating towards renewable energies and district and neighbourhood heating, show that longer-term CO₂ reduction targets are also feasible if these approaches are adopted.

Arisings of construction debris

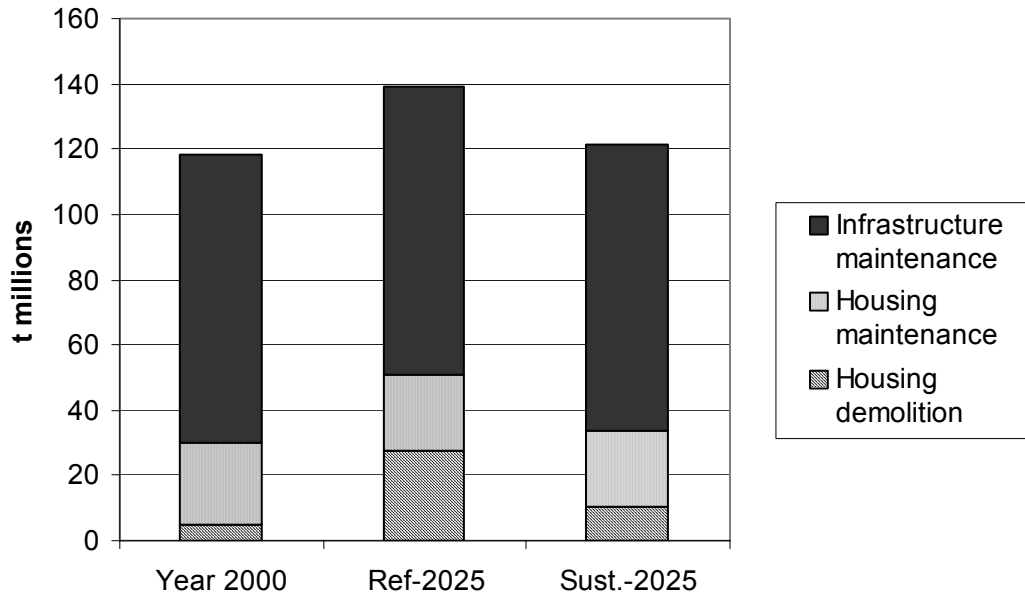
The following graph shows the arisings of construction debris¹⁴ from housing maintenance and demolition and infrastructure maintenance¹⁵ to residential access areas (material excavated from roads, old sewerage pipes etc.). The bar on the left shows that in the baseline year 2000, almost 120 million t of construction debris occurred. The largest share of this is caused by infrastructure maintenance. The next largest share results from maintenance of the building stock. The demolition of housing only accounts for 5 million t of debris in the baseline year.

Under the reference scenario, arisings of construction debris grow to almost 140 million t/a by the year 2025. The factor responsible for this is a large increase in the volume of construction debris resulting from housing demolition programmes proceeding at an accelerating pace. From approx. 5 million t in the baseline year, arisings of construction debris increase to almost 28 million t by the year 2025. In contrast, under the sustainability scenario the level of construction debris remains largely constant. The increase in debris from housing demolition is only on a moderate scale in comparison to the reference scenario.

¹⁴ The term 'construction debris' also subsumes waste material generated from infrastructure works. In the waste management sector this is normally categorized as 'road excavation material'.

¹⁵ Infrastructure demolition in the sense of total removal (as in building demolition) is not assumed in the scenarios, since in practice this is not a significant factor.

Figure 5.5 Arisings of construction debris from maintenance and demolition of housing and maintenance of technical infrastructure in Germany (reference and sustainability scenario)



The selected results give a striking illustration of the different directions that development of the construction and housing sector might take. The BASiS-2 material-flow model was used successfully to calculate numerous other results and to analyse them in detail. The complete results are documented in the final report.

6 Perspectives for sustainable construction and housing

With reference to the scenario results, it has been possible to quantify major potential in the construction and housing sector for reducing the environmental impacts of land take, energy consumption, raw materials consumption, debris generation and greenhouse gas emissions. It has been shown that resource-efficient construction and housing coupled with improvement of the supply of housing is a realistic prospect if the assumptions of the sustainability scenario are used as a basis. The quantified results and intensive discussions with the actors on the advisory panel and in the expert workshops enable us to make the following recommendations for action. For sustainable development in the construction and housing sector, the following cornerstones are especially relevant:

- More efficient use of the housing stock by means of intensified rehabilitation (insulation retrofitting etc.) and substantial upgrading (enlarging unit size within the stock by aggregating units)
- Promotion of greater emphasis on development in built-up areas (infill development, activation of vacant sites or brown fields) in parallel with regeneration of town centres, particularly in core cities (thus reducing city exodus).
- Promotion of the use of regenerating raw materials, such as wood, for construction and space heating
- Promotion of the use of district/neighbourhood heating for space heating
- Greater effort to promote the use of recycled building materials (e.g. concrete with recycled aggregates) to conserve non-renewable mineral raw materials.

To this end, significantly greater effort will be necessary on the part of policymakers and all other actors involved in the area of need, if the targets of the national sustainability strategy are to be achieved.¹⁶ The actors on the advisory panel and in the expert workshops engaged in detailed discussions of the conceivable mechanisms and measures for furthering the necessary framework for sustainable construction and housing. The most important and most interesting mechanisms and measures¹⁷ favoured by the actors in these discourses are presented in association with the corresponding ‘leverage points’ in the following table:

¹⁶ Cf. the results of the reference scenario, in which key environmental targets are not achieved (cf. final report, chapter 6.5).

¹⁷ Cf. chapter 7 of the final report.

Table 6.1 Measures and mechanisms for sustainable construction and housing

'Leverage point'	Mechanisms and measures
Extent of new-build	Changes to subsidy regime for housing construction, reform of the owner-occupied homes premium
Distribution of new-build across 'region type' categories	More incentive levies on private cars (making 'city exodus' more expensive), redirection of economic support and regional structural policy towards housing policy goals, environment-related taxation on land value and land area
Distribution of new-build across 'housing type' categories	Environment-related taxes on land value and land area
Ratio of inner-urban to greenfield site new-build	Replacement of the land purchase tax with a land consumption tax with a behaviour-modifying effect in terms of environmental impacts, introduction of compulsory minimum floor space index to land use planning, updating and consistent use of vacant site registers
Avoidance of demolition / Promotion of aggregation of housing units	Marketing campaigns for urban housing, or living in the building stock, reform of the owner-occupied homes premium
Advances in heating structures for existing housing stock and new-build	Marketing campaigns and pilot projects for the use of biomass and district/neighbourhood heating
Increase in insulation retrofitting in the housing stock	Competitions and marketing campaigns promoting living in the housing stock, expansion of federal government and regional state upgrading and modernization programmes
Concrete recycling (for use in building construction)	Broadening of joint federal-regional state programmes for urban renewal (adoption of resource-efficient components)
Proportion of timber construction in new single- and two-family houses	See concrete recycling
Proportion of new-build with cellars	See concrete recycling

A range of the measures and mechanisms listed in Table 6.1 have already undergone detailed development and some have now entered their trial phase.¹⁸ These are very important for future implementation processes.

Together, the results of the research project and the various ways in which the BASiS-2 material-flow model can be used to analyse complex relationships in the construction and housing sector provide a valuable foundation which can decisively support the ongoing dialogue and the implementation of sustainable construction and housing policy. Experience gained in the course of the dialogue and implementation process in Schleswig-Holstein, which was based on scenario results obtained with the previous version of the material-flow model (BASiS-1), shows this potential very clearly. In Schleswig-Holstein the results for the sustainability scenario in the construction and housing sector¹⁹ serve as a basis for a dialogue process being held throughout the regional state²⁰ and embedded in the framework of its general sustainability strategy.

At subject-specific workshops (“Inner-urban development and housing stock”, “Sustainable space and water heating” and “Conservation of mineral resources”) in discourse with specialist actors from within the regional state, concrete implementation measures were devised (e.g. measures to develop an infrastructure for wood pellets). These form a key foundation for current activities in the regional state in the construction and housing sector. The long-term results of the sustainability scenario provide useful guidance on future short-, medium- and long-term activities in Schleswig-Holstein to promote sustainable construction and housing.

In view of the results achieved in Schleswig-Holstein, an obvious way to proceed with realizing the sustainable construction and housing perspective is to initiate a comparable dialogue process at national level. The aim of this dialogue process will be to consult with key actors and institutions on specific mechanisms and measures, and to prepare their implementation. The special factors that emerge when addressing the national level (e.g. integration of actors from federal government, federal states and municipality levels) must be given due consideration, as must the results of this project, based as they are on the more extensive analysis yielded by

¹⁸ Cf. the in-depth study by difu, with detailed information on various instruments discussed (Apel, D.; Böhme, C.; Meyer, U.; Preisler-Holl, L.; Szenarien und Potentiale einer nachhaltig flächensparenden und landschaftsschonenden Siedlungsentwicklung [Scenarios and potentials of housing development which sustainably minimizes land consumption and landscape degradation]. German Institute of Urban Affairs (difu) commissioned by the German Federal Environmental Agency. Berlin 2001) and the recent publication “Nachhaltige Entwicklung in Deutschland” [Sustainable development in Germany] (UBA 2002).

¹⁹ Buchert, M.; Jenseit, W.; Stahl, H.; Nachhaltiges Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein [Sustainable construction and housing in Schleswig-Holstein], commissioned by the Ministry for Environment, Nature and Forests of the regional state of Schleswig-Holstein (Ed.), Kiel.

²⁰ Buchert, M.; Rheinberger, U.; Umsetzung von nachhaltigem Bauen und Wohnen in Schleswig-Holstein [Implementing sustainable construction and housing in Schleswig-Holstein], commissioned by the Ministry for Environment, Nature and Forests of the regional state of Schleswig-Holstein, Kiel.

BASiS-2 (as compared with BASiS-1). The advisory panel members have already named key institutions which should be integrated into such a dialogue process (cf. chapter 2 of the final report). Indeed they themselves represented an important core group of relevant institutions: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Federal Ministry for Education and Research (BMBF), Federal Ministry of Transport, Building and Housing (BMVWB), Federal Ministry of Economics (BMWi), regional state government departments, the Federal Office for Building and Regional Planning (BBR), Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), the Trade Union for Building, Forestry, Agriculture and the Environment (IG BAU), Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL, the federal-regional academy for spatial studies and regional planning), etc.

In addition the advisory panel members have already suggested a range of independent activities and possibilities for applying the results of BASiS-2 in their own work. These suggestions included using the findings to back up arguments in the expert debate on sustainable construction and housing, increasing public relations work on the theme of “Sustainable construction and housing”, working towards a cross-departmental understanding of sustainability, and the use of BASiS-2 at regional or local level. The results of the sustainability scenario can provide useful guidance for the dialogue process on the national level and all its associated activities (e.g. dialogue with the German Council for Sustainable Development).

The broadening of the BASiS-2 inventory boundaries to include technical infrastructure considerably increased the potential of the material-flow model. As a result, the UBA “Sustainable construction and housing in Germany” project has created the right conditions for further impulses and contributions to relevant dialogue and implementation processes at national and regional state level. The material-flow model and the scenario technique can be used to answer questions concerning sustainable urban development versus suburban sprawl. The advisory panel rightly asked that more consideration be given in future discussions to social and economic viewpoints as well as ecological aspects. Such questions as “What construction and housing infrastructure will Germany, or individual regions be able to afford in future?” will take on major significance in future dialogue processes.

The German Federal Environmental Agency and the project partners involved will actively communicate the scenario results and the potential of BASiS-2 to suitable stakeholder groups at national and regional state level. Several advisory panel members declared themselves willing to support the networking of actors and the dissemination of results. In this way existing networks on sustainable construction and housing can be supported and new alliances developed in order to contribute to implementation of the findings obtained.