

Bernd Meyer | Mark Meyer | Ines Meyer zu Holte

# Die ökologischen und ökonomischen Wirkungen eines nachhaltigeren Konsums in Deutschland





Studie im Auftrag der Träger der Initiative  
„Mut zur Nachhaltigkeit“

Bernd Meyer  
Mark Meyer  
Ines Meyer zu Holte

## **Die ökologischen und ökonomischen Wirkungen eines nachhaltigeren Konsums in Deutschland**



Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH  
Heinrichstr. 30  
D-49080 Osnabrück

Bernd Meyer (meyer@gws-os.de)  
Tel.: +49 (541) 40933-140  
Fax: +49 (541) 40933-110  
Internet: www.gws-os.de

Osnabrück, März 2010

# INHALT

Vorwort	4
<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2 Das Modell PANTA RHEI</b>	<b>8</b>
2.1 Allgemeine Modelleigenschaften	8
2.2 Die Modellstruktur im Überblick	10
2.3 Der ökonomische Kern: Das Modell INFORGE	11
2.4 Das Energiemodell	12
2.5 Das Verkehrsmodell	13
2.6 Das Wohnungsmodell	17
<b>3 Die Szenarien</b>	<b>18</b>
3.1 Das Business-As-Usual-Szenario	18
3.2 Szenarien eines nachhaltigeren Konsums	20
3.2.1 Überblick	20
3.2.2 Ernährung und Regionalisierung	21
3.2.3 Bauen und Wohnen	22
3.2.4 Mobilität	23
<b>4 Die Simulationsergebnisse</b>	<b>24</b>
4.1 Das Business-As-Usual-Szenario	24
4.2 Die Alternativszenarien	26
4.2.1 Die Wirkungen der Verhaltensänderungen in den einzelnen Szenarien	26
<i>Ernährung und Regionalisierung</i>	26
<i>Bauen und Wohnen</i>	28
<i>Mobilität</i>	30
4.2.2 Die Wirkungen insgesamt in der milden und der starken Variante	32
<b>5 Schlussfolgerungen</b>	<b>40</b>
Literatur	42

# VORWORT

Die Initiative „Mut zur Nachhaltigkeit“ – getragen von der ASKO EUROPA-STIFTUNG, der Europäischen Akademie Otzenhausen gGmbH und der Stiftung Forum für Verantwortung – hat sich zum Ziel gesetzt, den dringend notwendigen, wissenschaftlich gestützten Diskurs über Nachhaltigkeit mit der Zivilgesellschaft zu intensivieren, in einigen Bereichen der Nachhaltigkeit gar erst anzustoßen.

Zu diesem Zweck wurden seit dem Jahr 2007 dreizehn Bücher zu zentralen Themen der Nachhaltigkeit im S. Fischer Verlag veröffentlicht. Außerdem wurde das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie beauftragt, das Wissen dieser Bücher in bisher sechs Lehrmodulen so vernetzt darzustellen, dass Referenten in der Umsetzung von Veranstaltungen zur nachhaltigen Entwicklung damit eine wesentliche Unterstützung erfahren können.

Im Rahmen dieser Initiative werden inzwischen Vortragsveranstaltungen, Seminare und Workshops zur Nachhaltigkeit für unterschiedliche Zielgruppen in der Europäischen Akademie durchgeführt. Damit sollen insbesondere Multiplikatoren der Zivilgesellschaft wie Führungskräfte der Wirtschaft, Lehrkräfte und Dozenten, aber beispielsweise auch Studierende und international zusammengesetzte Jugendgruppen erreicht werden.

Des Weiteren wird im Rahmen dieser Initiative die wissenschaftliche Forschung im Bereich der Nachhaltigkeit gefördert. Ein erstes Ergebnis ist die vorliegende Studie der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung mit dem Titel „Die ökologischen und ökonomischen Wirkungen eines nachhaltigeren Konsums in Deutschland“.

Professor Bernd Meyer kommt mit seinem Team zu Ergebnissen, die unterstreichen, welche Bedeutung Verhaltensänderungen der Konsumenten insbesondere für die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen haben.

Wenn man in diesem Zusammenhang berücksichtigt, dass keinerlei technologische Innovationen hinsichtlich einer Dematerialisierung der Produkte und Dienstleistungen, keine Einsparmöglichkeiten durch Mäßigung (Suffizienz) und nur nachrichtlich Verhaltensänderungen beim Ferntourismus in dieser Studie angeführt werden, dann wird das Potenzial möglicher CO<sub>2</sub>-Emissionen erst richtig erkennbar.



Klaus Wiegandt  
für die Träger der Initiative „Mut zur Nachhaltigkeit“  
[www.mut-zur-nachhaltigkeit.de](http://www.mut-zur-nachhaltigkeit.de)

# EINLEITUNG

Das enttäuschende Ergebnis der Klimakonferenz von Kopenhagen im Dezember 2009 hat bestätigt, was viele schon befürchtet hatten: Die unterschiedlichen Interessen der Staaten verhindern die Installation eines weltweiten Klimaregimes, das verbindliche Ziele für die CO<sub>2</sub>-Emissionen und den Einsatz von umweltpolitischen Instrumenten regelt. Keohane und Victor (2010) vom Harvard Project on International Climate Agreements weisen darauf hin, dass aber eine Fülle von bilateralen und multilateralen Vereinbarungen und sonstigen Clubs zum Klimaschutz existiert, die sie als "regime complex for climate change" bezeichnen. Dieses unübersichtliche System ist aus den Interessen der Staaten entstanden, die durch unterschiedliche Bedürfnisse der Bevölkerung, divergierende Überzeugungen und begrenzte Information der politischen Akteure bestimmt sind. Die Politiker bevorzugen ein regime complex gegenüber jedem globalen vollständig integrierten Klimasystem (Keohane und Victor 2010, S. 4), weil es Spielräume für die Durchsetzung der Länderinteressen lässt.

Aus dieser Perspektive müssen wir uns von der Vorstellung verabschieden, dass wir in absehbarer Zeit etwa ein globales Cap and Trade System erhalten werden, das einen einheitlichen Preis für CO<sub>2</sub>-Emissionen generiert, wodurch auf effiziente Weise das Klimaproblem zu lösen wäre. Das muss aber die Zielerreichung nicht unbedingt verhindern, denn ein regime complex hat gegenüber einem vollintegrierten globalen System den Vorteil der Flexibilität, was angesichts einer ungewissen Zukunft ein wichtiges Argument ist. Allerdings ist ein Umdenken in der Politik notwendig, denn regional begrenzte Regimes bedürfen eines Schutzes (Keohane und Victor 2010, S. 25), der z. B. durch Grenzausgleichsabgaben erreicht werden kann (Manders und Veenendaal 2008). Ob dies in Ländern, die eng mit der Weltwirtschaft verflochten sind, auch politisch durchsetzbar ist, muss allerdings bezweifelt werden.

Mit dieser Einschätzung wird deutlich, dass wir uns mehr denn je nicht darauf verlassen können, dass allein die Politik das Klimaproblem löst. Hier soll die Frage beantwortet werden, welche Rolle die Zivilgesellschaft und zwar jeder von uns in seiner Eigenschaft als Konsument zur Problemlösung durch Verhaltensänderungen aus intrinsischer Motivation beitragen kann. In der Literatur gibt es zum Thema Szenarienrechnungen (vgl. z.B. die Studie des Ökoinstituts, Quack 2008), die auf der Basis der den verschiedenen Konsumaktivitäten zurechenbaren CO<sub>2</sub>-Emissionen Abschätzungen der Wirkung einer Änderung der Konsumstruktur auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen vornehmen.

In der vorliegenden Studie wird der Bogen in zweierlei Hinsicht weiter gespannt: Zum einen wird durch die Anwendung des gesamtwirtschaftlichen, aber nach Gütergruppen und Branchen tief gegliederten umweltökonomischen Modells PANTA RHEI (vgl. z. B. Lutz et. al. 2005, Meyer et. al. 2007), dessen Parameter ökonometrisch bestimmt sind, eine breitere empirische Basis zu Grunde gelegt. Ferner erlaubt die Abbildung der Interdependenzen zwischen Umweltnutzung und wirtschaftlicher Entwicklung im Modell PANTA RHEI eine Abschätzung der Wirkungen der Verhaltensänderungen sowohl auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch auf die Wirtschaft. Das Modell ist für die Analyse der Fragestellung besonders geeignet, weil es nicht nur die Konsumstruktur der Privaten Haushalte modelliert, sondern auch die Verknüpfung der

Konsumausgaben der Privaten Haushalte mit den jeweiligen in physischen Einheiten gemessenen Aktivitätsvariablen abbildet. Im Verkehrsbereich werden z. B. die Ausgaben für den Kauf von Fahrzeugen, den Betrieb von Fahrzeugen, die Ausgaben für Verkehrsdiestleistungen mit den von verschiedenen Verkehrsträgern gefahrenen Personenkilometern, den PKW Neuzulassungen, den Fahrzeugbeständen und dem Kraftstoffverbrauch und anderen Größen dargestellt.

Das Modell PANTA RHEI ist in vielen Studien zu umweltökonomischen Fragestellungen eingesetzt worden, die von energiewirtschaftlichen Themen (vgl. z. B. Lehr et al. 2008) bis hin zu Fragen des Materialverbrauchs (vgl. z. B. Meyer et al. 2007) reichen. Darüber hinaus war PANTA RHEI das Simulationsinstrument in verschiedenen Studien, die umfassende Nachhaltigkeitsstrategien für Deutschland entwickelt haben (Spangenberg 2003, Coenen und Grunwald 2003, Keimel et al. 2004, Bockermann et. al. 2005). Dabei wurden im Rahmen komplexer Szenarien u. a. neben politikgetriebenen auch intrinsisch motivierte Verhaltensänderungen der Konsumenten einbezogen, aber sie waren nicht Gegenstand einer expliziten Analyse.

Der Komparativ im Titel der Studie ist von großer Bedeutung. Betrachtet wird ein Konsum, der eine nachhaltigere Entwicklung aufweist als der eines Business-As-Usual-Szenarios, das für die nächsten 10 Jahre zu erwarten sein wird, wenn die Konsumenten bei ihren bisher beobachtbaren Verhaltensweisen bleiben. Es wird also darauf verzichtet, ein nachhaltiges Konsumniveau und dessen künftige Entwicklung zu definieren, was – wenn überhaupt – nur theoretisch möglich ist.

Wie bereits dargelegt, werden in der Studie Verhaltensänderungen gegenüber einer Referenzentwicklung betrachtet. Dabei wird unterstellt, dass diese Verhaltensänderungen durch Einsicht in die Notwendigkeit (intrinsische Motivation), also nicht durch den Einsatz politischer Instrumente erfolgen. Es wird ferner davon ausgegangen, dass es sich um solche Verhaltensänderungen handelt, die keine technologischen Änderungen in Form neuer Produkte oder Produktionsverfahren voraussetzen. Außerdem sollen radikale Änderungen im Verbraucherverhalten ausgeschlossen werden. Mit einem Wort: Welche Belastungen der Umwelt können vermieden werden, wenn wir vor allem im Hinblick auf unser Mobilitätsbedürfnis und unsere Ansprüche an das Wohnen keine Abstriche machen, aber wohl bereit sind, uns in diesen Bedarfssfeldern anders zu organisieren? Dabei interessieren in besonderer Weise die Wirkungen auf das Klimaziel, gemessen durch die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Auf der anderen Seite ist zu fragen, welche Wirkungen das geänderte Verhalten auf die wirtschaftliche Entwicklung hat. Stimmt es – wie viele befürchten – dass damit das Wachstum beeinträchtigt wird und die Arbeitslosigkeit steigt?

Auf diese Fragen will die Studie Antworten geben. Dabei ist nicht zu vermeiden, dass trotz der dargelegten Kriterien bei der Auswahl der Verhaltensänderungen eine gewisse Willkür gegeben ist. Insofern handelt es sich um eine explorative Studie.

Die Verhaltensänderungen wurden den Aktivitätsfeldern Ernährung, Bauen und Wohnen und Mobilität zugeordnet, wobei Mobilität und Bauen/Wohnen im Zentrum der Analysen standen. Insgesamt wurde eine Fülle von einzelnen Verhaltensänderungen betrachtet, die dann in zwei Szenarien mit unterschiedlicher Intensität zusammengefasst wurden. Bei einer sich in zehn Jahren vollziehenden allmählichen moderaten Verhaltensänderung hin zu einem nachhaltigeren Konsum wird es bis zum Jahr 2020 möglich sein, bei gegebener Politik und gegebener Technologie bis zu 8,7 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zur Referenzentwicklung zu sparen. Dabei wird es erhebliche Veränderungen der Konsumstruktur und einen leichten Anstieg von Einkommen und Beschäftigung geben. Die Befürchtungen, dass

ein nachhaltigerer Konsum zu weniger Wohlstand führt, haben sich nicht bestätigt. Neben Einkommen und Beschäftigung steigt auch die Ersparnis der Haushalte und damit ihr Vermögen.

In der Referenzentwicklung wird das Minderungsziel von 30 % gegenüber den Emissionen von 1990 für das Jahr 2020 nur knapp verfehlt. Entscheiden wir uns für nachhaltigeren Konsum in der hier unterstellten Weise, die nicht auf hohe Standards beim Wohnen und der Mobilität verzichten möchte, wohl aber bereit ist, diese Bedarfsfelder energieeffizienter zu organisieren, so wäre es möglich, im Jahre 2020 in die Nähe des Ziels einer 40 % Minderung zu kommen und damit wichtige Weichenstellungen für das Erreichen der Stabilisierung der Klimaerwärmung auf 2° C vorzunehmen.

Im Abschnitt 2 wird das Instrument der Analyse – Modell PANTA RHEI – im Überblick vorgestellt, wobei die für die Fragestellung besonders wichtigen Module Bauen/Wohnen und Verkehr ausführlicher betrachtet werden. Abschnitt 3 erläutert das Business-As-Usual-Szenario, das eine Prognose der Entwicklung bis zum Jahre 2020 ohne Änderungen des Konsumentenverhaltens darstellt, sowie die beiden Alternativszenarien mit nachhaltigerem Verhalten der Konsumenten in zwei Abstufungen, die sich in der Intensität der Verhaltensänderungen unterscheiden. Im Abschnitt 4 werden die Ergebnisse der Simulationsrechnungen präsentiert. Einige Schlussfolgerungen im Abschnitt 5 beenden die Studie.

# 2

# DAS MODELL PANTA RHEI

*Der Abschnitt stellt das Modell PANTA RHEI vor. Zunächst werden seine allgemeinen Eigenschaften kommentiert, dann folgt ein kurzer Blick auf die Struktur des Modells. Von den einzelnen Modulen werden der ökonomische Kern und das Energiemodell nur kurz angesprochen, während das Verkehrsmodell und das Wohnungsmodell ausführlicher behandelt werden, weil die Kenntnis ihrer Zusammenhänge für die Fragestellung von besonderer Bedeutung ist.*

## 2.1 Allgemeine Modelleigenschaften

Die besondere Leistungsfähigkeit des Modells PANTA RHEI beruht auf der INFORUM-Philosophie (Almon 1991). Sie ist durch die Konstruktionsprinzipien Bottom-up und vollständige Integration gekennzeichnet. Das Konstruktionsprinzip Bottom-up besagt, dass jeder Sektor der Volkswirtschaft sehr detailliert modelliert ist – PANTA RHEI enthält etwa 600 Variablen für jeden der 59 Sektoren – und die gesamtwirtschaftlichen Variablen durch explizite Aggregation im Modellzusammenhang gebildet werden. Das Konstruktionsprinzip vollständige Integration beinhaltet eine komplexe und simultane Modellierung, die die interindustrielle Verflechtung ebenso beschreibt wie die Entstehung und die Verteilung der Einkommen, den Energieverbrauch und die Schadstoffemissionen, die Umverteilungstätigkeit des Staates sowie die Einkommensverwendung der Privaten Haushalte für die verschiedenen Güter und Dienstleistungen.

Der disaggregierte Aufbau des Modells PANTA RHEI schlägt sich in einer gewaltigen und dennoch konsistenten Informationsverarbeitung nieder: Die rund 50.000 Zeitreihen (ca. 2600 sind ökonometrisch bestimmt) sind in das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen eingebettet. Damit ist insbesondere auch die Umverteilung der Einkommen durch den Staat endogen abgebildet.

Das Modell weist einen sehr hohen Endogenisierungsgrad auf. Exogen vorgegeben sind im Wesentlichen einige wenige Steuersätze, das Arbeitsangebot und die Weltmarktvariablen des internationalen GINFORS-Systems (Lutz, Meyer, Wolter 2010) der GWS, das eine Weiterentwicklung des globalen COMPASS-Modells darstellt (Meyer, Uno 1999; Meyer, Lutz 2002a, b, c). Die weitgehende Endogenisierung hat den Vorteil, dass bei Simulationsrechnungen die Effekte vollständig abgebildet sind. Seit Ende 2004 sind zudem simultane Rechnungen von GINFORS und PANTA RHEI technisch möglich. Dies erhöht für ausgewählte Fragestellungen wie den Emissionshandel die Nutzbarkeit und Aussagefähigkeit des Systems.

Neben den üblichen Kreislaufinterdependenzen sind in PANTA RHEI die Mengen-Preisinterdependenzen und die Lohn-Preisinterdependenz abgebildet. Dabei ist zu beachten, dass Preise und Mengen konsistent miteinander verknüpft sind. Für die Abbildung des Strukturwandels sind diese Zusammenhänge unverzichtbar. Im Energie- und Umweltbereich sind zusätzlich zu den Angaben in konstanten Preisen auch physische Größen eingebunden. Das Modell zeichnet sich außerdem durch weitgehende Nichtlinearitäten aus, die durch multiplikative Verknüpf-

fung von Variablen in Definitionsgleichungen und Schätzgleichungen sowie durch doppelt-logarithmische Schätzansätze entstehen. Der ökonomische Modellteil ist ein ökonometrisches Input-Output-Modell, das als evolutorisches Modell angesprochen werden kann (Meyer 2005). In den Verhaltengleichungen werden Entscheidungsroutinen modelliert, die nicht explizit aus Optimierungsverhalten der Agenten abgeleitet sind, sondern beschränkte Rationalität zum Hintergrund haben. Die Preise werden aus oligopolistischem Preissetzungsverhalten erklärt. Die Zeit ist im Modell historisch und unumkehrbar. Die Kapitalstockfortschreibung generiert Pfadabhängigkeit.

Zur Einordnung des theoretischen Ansatzes des Modells seien noch die folgenden Punkte hervorgehoben: Dem Input-Output-Ansatz wird gemeinhin eine nachfrageorientierte Modellierung zugesprochen. Dies trifft auf PANTA RHEI allerdings nicht zu. Es ist zwar richtig, dass die Nachfrage in dem Modell die Produktion bestimmt, aber alle Güter- und Faktornachfragevariablen hängen unter anderem von relativen Preisen ab, wobei die Preise wiederum durch die Stückkosten der Unternehmen in Form einer oligopolistischen Preissetzungshypothese bestimmt sind. Der Unterschied zu den allgemeinen Gleichgewichtsmodellen, in denen ein Konkurrenzmarkt modelliert wird, liegt in der unterstellten Marktform, nicht in der Betonung der einen oder der anderen Marktseite. Man kann es auch so formulieren: Die Unternehmen wählen aufgrund ihrer Kostensituation und der Preise konkurrierender Importe ihren Absatzpreis. Die Nachfrager reagieren darauf mit ihrer Entscheidung, die dann die Höhe der Produktion bestimmt. Angebots- und Nachfrageelemente sind also im gleichen Maße vorhanden.

Ökonomisch-technische Innovationen werden durch den Kostendruck ausgelöst und können somit grundsätzlich dargestellt werden. Erfasst wird dies durch die Schätzung der Preis- und Trendabhängigkeit der Inputkoeffizienten. Dabei ist der technologische Koeffizient von der Relation des Inputpreises zum Outputpreis der Branche abhängig. Der verwendete Input-Output-Ansatz ist somit technikorientiert und bietet eine angemessene Verknüpfung von Ökonomie, Ökologie und Technik. Es werden linear-limitationale Technologien unterstellt, die sich im Zeitablauf durch kostendruckinduzierten technischen Fortschritt verändern können. Das System von preis- und trendabhängigen Faktornachfragefunktionen beschreibt für jeden Zeitpunkt mit dem zugehörigen Vektor der Vorleistungs- und Arbeitsinputkoeffizienten die Technologie. Die Veränderung der Inputkoeffizienten gibt den technologischen Wandel wieder, der durch den Kostendruck der relativen Preise bestimmt wird.

Die Dynamik des Modells wird durch die Kapitalstockfortschreibung, die verzögerte Lohnanpassung an Produktivitäts- und Preisentwicklung, die verzögerte Anpassung des Staatsverbrauchs an die Entwicklung des verfügbaren Einkommens des Staates und weitere Lags in Nachfragefunktionen hervorgerufen.

Die Parameter der Modellgleichungen wurden mit dem OLS-Verfahren über den Zeitraum 1991 bis 2006 ökonometrisch geschätzt. Bei der Auswahl alternativer Schätzansätze wurden zunächst a priori-Informationen über Vorzeichen und Größenordnungen der zu schätzenden Koeffizienten genutzt. Mit anderen Worten: Ökonomisch unsinnige Schätzergebnisse wurden verworfen. Die verbleibenden Schätzungen wurden auf Autokorrelation der Residuen anhand der Durbin-Watson-Statistik sowie auf Signifikanz der geschätzten Parameter mit dem t-Test geprüft. War auf dieser Basis eine Diskriminierung konkurrierender Ansätze nicht möglich, wurde das Bestimmtheitsmaß der Schätzung hinzugezogen. Angesichts der Größe des Modells erscheint die OLS-Methode als die angemessene, weil einfachste Schätzmethode.

Die Spezifikation des Modells ist mit der Einzelgleichungsschätzung allerdings nicht abgeschlossen. Erst bei der Lösung des nicht-linearen interdependenten und dynamischen Modells

durch den Gauß-Seidel Algorithmus werden Schwächen des Systemzusammenhangs aufgedeckt. Das Lösungsverfahren muss konvergieren und das Modell muss in der Lage sein, in einer historischen ex-post-Basissimulation die beobachtbare Entwicklung der Volkswirtschaft zufriedenstellend zu erklären. Solange dies nicht der Fall ist, wird in einem iterativen Prozess die Phase der Spezifikation erneut durchlaufen.\* Erst danach wird mit der Erstellung der ex-ante-Basissimulation begonnen.

## 2.2 Die Modellstruktur im Überblick

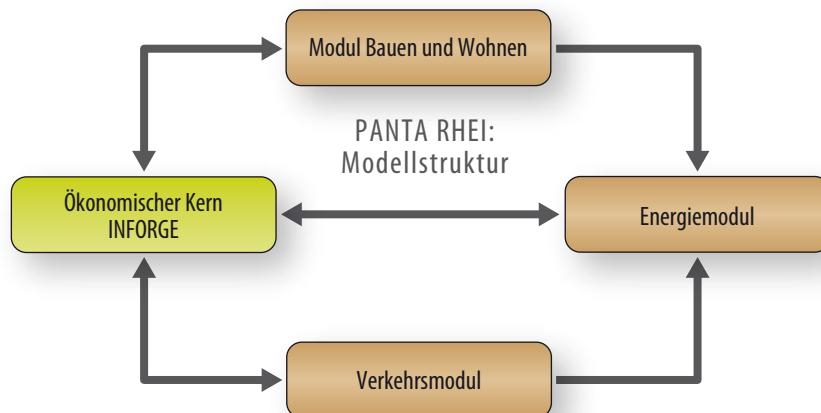
Abbildung 1 stellt die Struktur des Modells PANTA RHEI im Überblick dar. Kern des Systems ist das nach 59 Branchen gegliederte ökonomische Modell INFORGE (Interindustry FORecasting GErmany), das Güternachfrage, Kapitalstöße, Beschäftigung, Kosten und Preise in dieser tiefen Gliederung berechnet. Konsistent mit der Branchenentwicklung enthält INFORGE das gesamte Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, sodass auch die Umverteilung der Einkommen vor allem zwischen Staat, Privaten Haushalten und Unternehmen auf dieser Ebene vollständig erfasst werden.

Das Energiemodell beschreibt den Zusammenhang zwischen ökonomischen Entwicklungen, Energieeinsatz und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Einerseits beeinflussen die Variablen des Modells INFORGE den Energieeinsatz, andererseits wirken die monetären Ausgaben für den Energieeinsatz unmittelbar auf ökonomische Größen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind über feste Emissionsfaktoren mit dem Primärenergieeinsatz verknüpft.

Eine ähnliche Interdependenz lässt sich auch zwischen den anderen Modulen des Gesamtsystems erkennen. So bestimmen beispielsweise Größen des Verkehrsmoduls, die ihrerseits wiederum durch die Entwicklungen des ökonomischen Kerns beeinflusst werden, den Energieeinsatz der Verkehrssektoren. Andererseits wirken die monetären Ausgaben unmittelbar und mittelbar (über den ökonomischen Kern) auf die Größen im Verkehrsmodul.

**Abbildung 1**

Struktur des Modells  
PANTA RHEI



\* Die entsprechenden statistischen Prüfmaße zur Bewertung der Anpassungsqualität der modellgenerierten Variablenverläufe mit bereits vorliegenden historischen Daten wurden in der Vergangenheit wiederholt für ausgewählte makroökonomische Eckgrößen veröffentlicht (u.a. Meyer et al. 1999, 92ff; Distelkamp et al. 2003, 56ff) und von Dritten als sehr gut bewertet (Frohn et al. 1998, 145f).

## 2.3 Der ökonomische Kern: Das Modell INFORGE

Das Modell INFORGE ist ein sektoral tief gegliedertes Prognose- und Simulationsmodell, das seit 1996 jährlich aktualisiert wird und in vielen Anwendungen eingesetzt worden ist. Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung in Nürnberg setzt das Modell selbstständig für langfristige Projektionen der Arbeitsnachfrage ein (Distelkamp et al. 2003, Schnur, Zika 2007, 2009).

Die Endnachfrage umfasst – in der Gliederung nach 59 Gütergruppen – den Konsum der privaten Haushalte, der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck und des Staates, die Ausrüstungsinvestitionen, die Bauinvestitionen, die Vorratsveränderungen und die Exporte. Das Konsumverhalten der privaten Haushalte wird über eine aufwändige bottom-up Modellierung nach 41 Verwendungszwecken berücksichtigt. Das Investitionsverhalten der Wirtschaft für Ausrüstungsgüter wird im Zuge einer komplexen branchenspezifischen Kapitalstockmodellierung abgeleitet. Die von den Unternehmen gewünschten Kapitalstücke werden dazu zunächst in Faktornachfragefunktionen ökonometrisch bestimmt. Die wichtigsten Determinanten der Endnachfrage sind die Auslandsvariablen des GINFORS-Systems (zur Erklärung der Exporte), das Verfügbare Einkommen der privaten und der öffentlichen Haushalte (zur Erklärung des Konsums der privaten Haushalte und des Staates), der Output (zur Erklärung der Bauinvestitionen) sowie die relativen Preise für alle Komponenten der Endnachfrage.

Der Vektor des Privaten Konsums nach 41 Konsumverwendungszwecken, der in der vorliegenden Studie im Focus steht, wird einerseits durch ökonomische Variablen (Verfügbares Einkommen der Privaten Haushalte, Güterpreise, Zinssätze), aber auch durch demographische Größen (Altersstruktur und Zahl der Bevölkerung) und physische Konsumaktivitätsvariablen (z. B. gefahrene Personenkilometer nach Verkehrsträgern) bestimmt.

Auch der Vorleistungsverbund ist im Modell detailliert abgebildet. Für alle Gütergruppen werden die Lieferungen aus inländischer Produktion und die Einfuhren unterschieden. Die Inputkoeffizienten sind dabei grundsätzlich variabel und hängen von relativen Preisen und Zeittrends ab.

Bei der Bestimmung der Stückkosten werden explizit die Kostenanteile für inländische und importierte Vorleistungen, Löhne, Abschreibungen und steuerliche Größen berücksichtigt. Die Stückkosten sind dann die entscheidende Determinante der Preise. Die Herstellungspreise sind das Ergebnis einer Aufschlagskalkulation der Unternehmen. Dabei wird berücksichtigt, dass die jeweiligen Produktionspreise nicht bei jeder Veränderung der Kosten unmittelbar angepasst werden können. Vielmehr werden auch periodenübergreifende Einflüsse in die Bestimmung der Preise einbezogen. Diese Preise werden dann als Angebotspreise der Nachfrage gegenübergestellt.

Die Ergebnisse der Input-Output-Modellierung gehen dann in den Arbeitsmarkt und in das Kontensystem ein, welche wiederum Einfluss auf die Kostenstruktur sowie die Endnachfrage nehmen.

Der Arbeitsmarkt besteht aus einem aggregierten und einem disaggregierten Teil. Im aggregierten Teil wird das gesamtwirtschaftliche Arbeitsangebot mittels der demographischen Entwicklung bestimmt. Zusammen mit der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage ergibt sich die Anzahl der Erwerbstätigen. Zur Ermittlung der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsnachfrage wird in einem ersten Schritt die gesamtwirtschaftliche Lohnfunktion bestimmt: Der durchschnittliche Lohnsatz je Arbeitsstunde ist abhängig von der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsproduktivität, der Konsumpreisentwicklung und von der Arbeitsmarktsituation, ausgedrückt als Differenz

zwischen Erwerbspersonenpotential und Arbeitnehmer im Verhältnis zum Erwerbspersonenpotential. Der durchschnittliche Lohnsatz erklärt dann neben sektorspezifischen Variablen – wie der sektoralen Arbeitsproduktivität – den Vektor der Lohnsätze in den 59 Branchen. Das in Arbeitsstunden gemessene Arbeitsvolumen in jeder Branche hängt vom Reallohn und von der Bruttoproduktion der betreffenden Branche ab. Die sektorale Lohnkosten und Arbeitsproduktivitäten können dann bestimmt werden. Die Zahl der Beschäftigten in jeder Branche ergibt sich aus den sektoralen Arbeitsvolumen und der jährlichen Arbeitszeit pro Beschäftigten. Die Arbeitszeiten pro Beschäftigten sind exogene Variablen.

Es schließt sich die sektorale Kreislaufanalyse: Die Ergebnisse der Endnachfrage, die gleichermaßen Aspekte des Angebotes wie der Nachfrage umfassen, bestimmen zusammen mit Produktionstechnologien das Niveau der Produktion, welches wiederum die primäre Verteilung der Einkommen beeinflusst.

Innerhalb des vollständig endogenisierten Kontensystems erfolgt die Erfassung der Entstehung, Verteilung, Umverteilung und Verwendung der Einkommen innerhalb der funktionellen Transaktoren Produktion, Primäre Einkommensverteilung, Sekundäre Einkommensverteilung, Einkommensverwendung, Vermögensänderung und Sachvermögensbildung und die daraus resultierenden Vermögensänderungen für die fünf institutionellen Transaktoren Nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften, Finanzielle Kapitalgesellschaften, Staat, Private Haushalte & Private Organisationen ohne Erwerbszweck sowie Übrige Welt. Dieses System enthält die gesamte Einkommensumverteilung einschließlich Sozialversicherung und Besteuerung zwischen Staat, Privaten Haushalten und Unternehmen und ermöglicht so die Berechnung der verfügbaren Einkommen, die wiederum wichtige Determinanten der Endnachfrage sind. Außerdem werden die Finanzierungssalden der institutionellen Transaktoren bestimmt. Damit ist insbesondere auch die staatliche Budgetrestriktion im Modell enthalten. Die Verhaltenshypthesen des Modells betreffen die Ausgaben der institutionellen Transaktoren. Die Summen der Einnahmen einer Transaktionsart sowie die Salden der Konten sind stets definitorisch gegeben. Innerhalb des Kontensystems sind die Arbeitsmarktentwicklung, die demographische Entwicklung, das Steueraufkommen (Sonstige Gütersteuern, Mehrwertsteuer etc.), die sektorale Wertschöpfung, die Konsumausgaben der privaten Haushalte und des Staates und die Investitionen wichtige Einflussfaktoren. Endogen eingebunden in dieses System ist somit die gesamte Fiskalpolitik des Staates.

## 2.4 Das Energiemodell

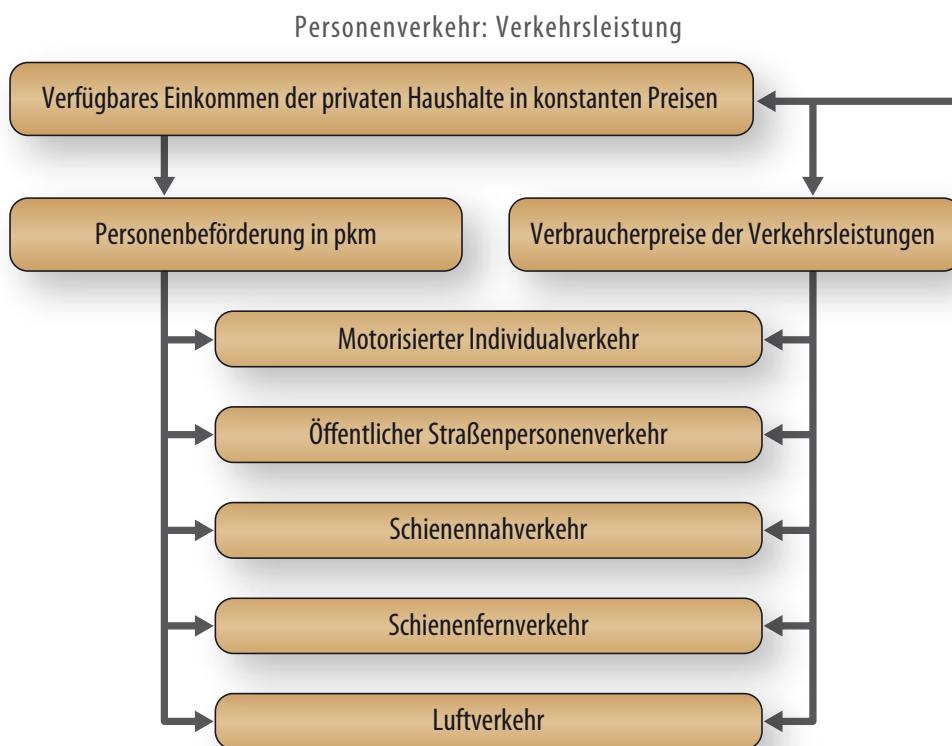
Das Energiemodell beschreibt den Zusammenhang zwischen ökonomischen Entwicklungen, Energieeinsatz und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Einerseits beeinflussen die Variablen des ökonomischen Modells den Energieeinsatz, andererseits wirken die monetären Ausgaben für den Energieeinsatz unmittelbar auf ökonomische Größen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind über feste Emissionsfaktoren mit dem Primärenergieeinsatz verknüpft.

Das Energiemodell umfasst die Modellierung des Primärenergieverbrauchs, der Umwandlung und des Endenergieverbrauchs, wobei 20 Endenergieverbraucher (Branchen der Wirtschaft plus Private Haushalte) und 30 Energieträger unterschieden werden. Da Endenergie in aller Regel nicht direkt vom Verbraucher gewonnen wird bzw. Primärenergie nicht immer direkt vom Endverbraucher eingesetzt werden kann, stellt die Modellierung des Umwandlungssektors einen integralen Bestandteil des Modells dar. Die eingesetzte Primärenergie kann im Inland gewonnen werden oder aus dem Ausland importiert werden. Schließlich kann auch ein

Teil der heimischen Förderung ins Ausland gehen. Ein großer Teil des Endenergieverbrauchs wird durch Transformation von Primärenergieträgern in Sekundärenergie gewonnen. Dies gilt in erster Linie für Elektrizität und Wärme, bei denen große Umwandlungsverluste auftreten können, aber auch Mineralölprodukte werden im Raffinerieprozess aus Rohöl gewonnen. Zur adäquaten Modellierung sowohl des Energieeinsatzes als auch des Energieverbrauchs ist daher ein Modell notwendig, das sowohl Primär- und Sekundärenergieträger als auch die Endenergie und schließlich Verluste der Energieumwandlung berücksichtigt. Darüber hinaus ist die Unterscheidung einer Vielzahl von unterschiedlichen Energieträgern sowie eine hinreichend tiefe sektorale Aufsplittung erforderlich, um Umwandlung und Endenergieverbrauch stimmig modellieren zu können.

## 2.5 Das Verkehrsmodell

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die Modellierung der Mobilität der Privaten Haushalte: Das preisbereinigte Verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte bestimmt das gesamte motorisierte Verkehrsaufkommen gemessen in Personenkilometer. Die Struktur der motorisierten Mobilität im Hinblick auf den motorisierten Individualverkehr, den öffentlichen Straßenpersonenverkehr, den Schienennahverkehr, den Schienenfernverkehr sowie den Luftverkehr wird durch die Relation der Preise für Verkehrsleistungen sowie Trends bestimmt.



**Abbildung 2**  
Modellierung der  
Mobilität der  
Privaten Haushalte

**Abbildung 3** verdeutlicht die Modellierung des Personenstraßenverkehrs: Die mit PKW gefahrenen Kilometer ergeben sich defitorisch, indem die Personenkilometer des motorisierten Individualverkehrs durch die Anzahl der Personen dividiert wird, die mit PKW bewegt werden. Diese Zahl hängt von der Bevölkerungszahl und der Anzahl der Haushalte ab. Die Fahrleistungen pro PKW sind wiederum als die Relation zwischen den gefahrenen Kilometern und dem PKW Bestand definiert. Dabei wird zwischen Diesel-, und Ottofahrzeugen sowie PKW mit Elektroantrieb unterschieden. Die Zahl der Neuzulassungen dieser drei PKW Kategorien ist wiederum durch deren Fahrleistungen pro Fahrzeug und die preisbereinigten Konsumausgaben der Privaten Haushalte für den Kauf von Fahrzeugen erklärt. Die Fahrzeugbestände für die drei Fahrzeugtypen sind durch die Bestände des Vorjahres, die Neuzulassungen und die Abgänge aus dem Bestand defitorisch bestimmt.

Die im öffentlichen Straßenpersonenverkehr erbrachten Verkehrsleistungen gemessen in Personenkilometer bestimmen mit der Anzahl der transportierten Personen defitorisch die mit Bussen gefahrenen Kilometer. Bei Vorgabe der Fahrleistung, die ein Bus im Durchschnitt pro Jahr zurücklegt, lässt sich die Anzahl der erforderlichen Busse berechnen.

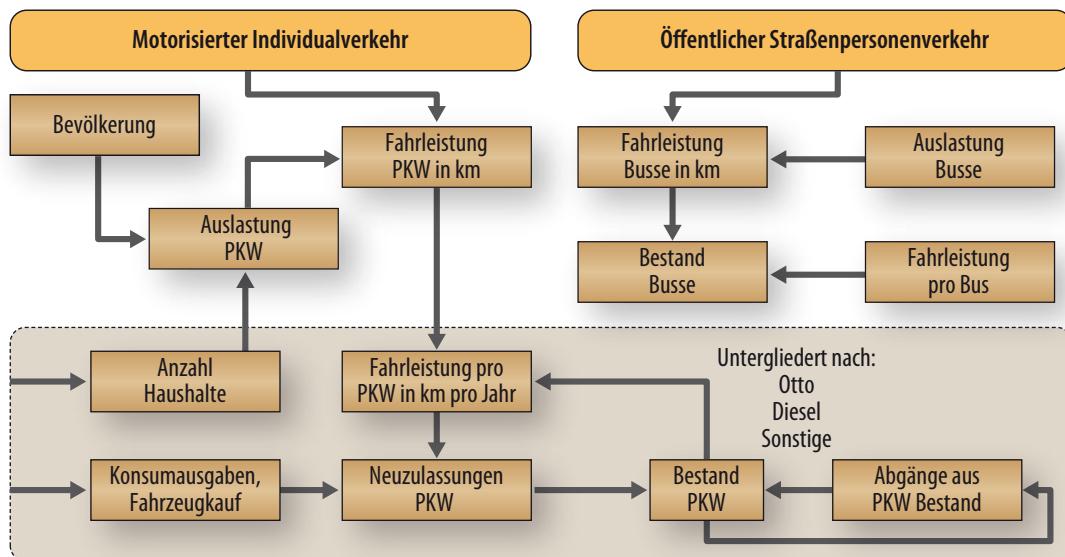
**Abbildung 4** veranschaulicht die Bestimmung der mit dem Personenverkehr auf der Straße verbundenen Kraftstoffverbräuche. Die Bestände an Otto- und Diesel PKW sind nach Jahrgängen zuvor berechnet worden. Gibt man den Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen getrennt nach Diesel und Benzin für die einzelnen Jahrgänge vor, so kann man den Durchschnittsverbrauch für den Fahrzeugbestand getrennt nach Diesel und Benzin bestimmen. Multipliziert man den Durchschnittsverbrauch des Bestands mit den jeweils gefahrenen Kilometern, dann erhält man die Verbrauchsmengen für Diesel und Benzin in Litern.

Die Fahrleistungen der Diesel, Otto und Elektro PKW werden durch die gesamten PKW Fahrleistungen, den Anteil der einzelnen Fahrzeugtypen am Gesamtbestand und die Haltungskosten bestimmt. Der Stromverbrauch der PKW ergibt sich aus dem exogenen Stromverbrauch pro Kilometer und den soeben angesprochenen gefahrenen Kilometern. Analog wird der Dieserverbrauch der Busse bestimmt.

**Abbildung 5** stellt die Modellierung des Güterverkehrs in Tonnenkilometern nach Verkehrsträgern sowie die Erklärung des Energieverbrauchs des Güterverkehrs auf der Straße und auf dem Wasser dar. Die gesamtwirtschaftliche Bruttoproduktion sowie die Importe von Waren erklären den gesamten Güterverkehr in Tonnenkilometer. Die Anteile der einzelnen Verkehrsträger Straße, Schiene, Luft und Wasser am gesamten Güterverkehrsaufkommen werden durch Trends bestimmt.

Aus der rechten Hälfte der Abbildung 5 wird außerdem die Erklärung des Energieverbrauchs des Güterverkehrs auf der Straße und auf dem Wasser ersichtlich. Die im Güterverkehr auf der Straße gefahrenen Kilometer werden durch die geleisteten Tonnenkilometer geschätzt. Gibt man die pro Jahr im Durchschnitt pro LKW gefahrenen Kilometer vor, dann erhält man aus den gefahrenen Kilometern den Bestand an LKW. Die Fahrleistungen bestimmen außerdem die LKW-Maut. Der Energieverbrauch der LKW in TJ erklärt sich durch die gefahrenen Kilometer und die Relation zwischen dem Dieselpreis und dem Preis der Bruttoproduktion des Straßenverkehrsgewerbes. Der durchschnittliche Energieverbrauch der Schifffahrt gemessen in TJ pro Tonnenkilometer ist abhängig vom Kraftstoffpreis in Relation zum Preis der Bruttoproduktion der Schifffahrt. Multipliziert man diesen Durchschnittsverbrauch mit den gefahrenen Tonnenkilometern, so erhält man den Energieverbrauch der Schifffahrt in TJ.

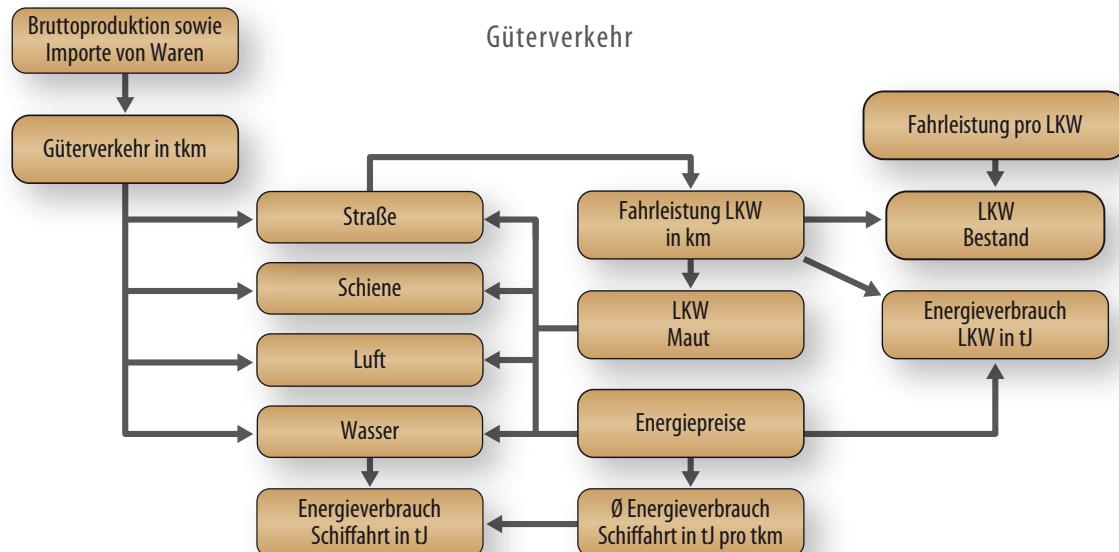
### Personenverkehr Straße



**Abbildung 3**

Modellierung des Personenstraßenverkehrs

### Güterverkehr

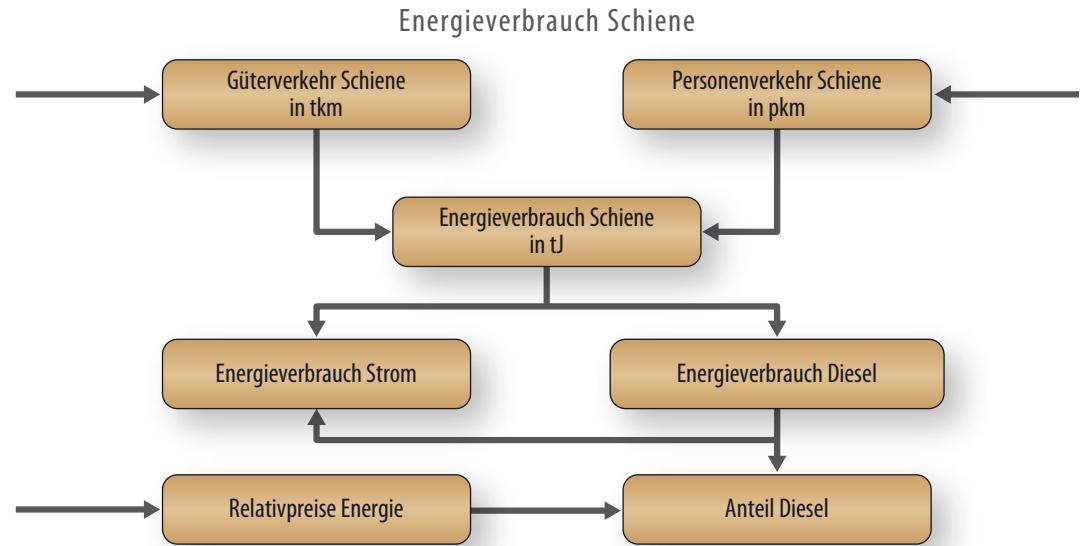


**Abbildung 5**

Modellierung des Güterverkehrs in Tonnenkilometern

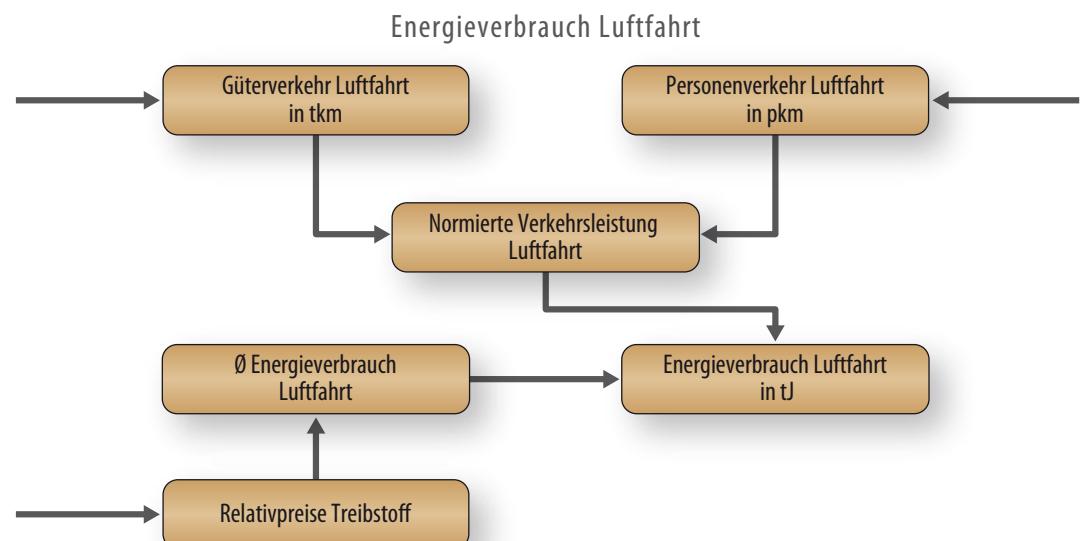
**Abbildung 6** stellt den Energieverbrauch auf der Schiene dar. Der Energieverbrauch auf der Schiene hängt von den gefahrenen Personenkilometern und den gefahrenen Tonnenkilometern ab. Der Anteil des Diesels an diesem Verbrauch wird durch den Preis des Diesels in Relation zum Strompreis bestimmt. Der Anteil des Stroms am gesamten Energieverbrauch der Schiene ergibt sich dann als Rest.

**Abbildung 6**  
Energieverbrauch  
auf der Schiene



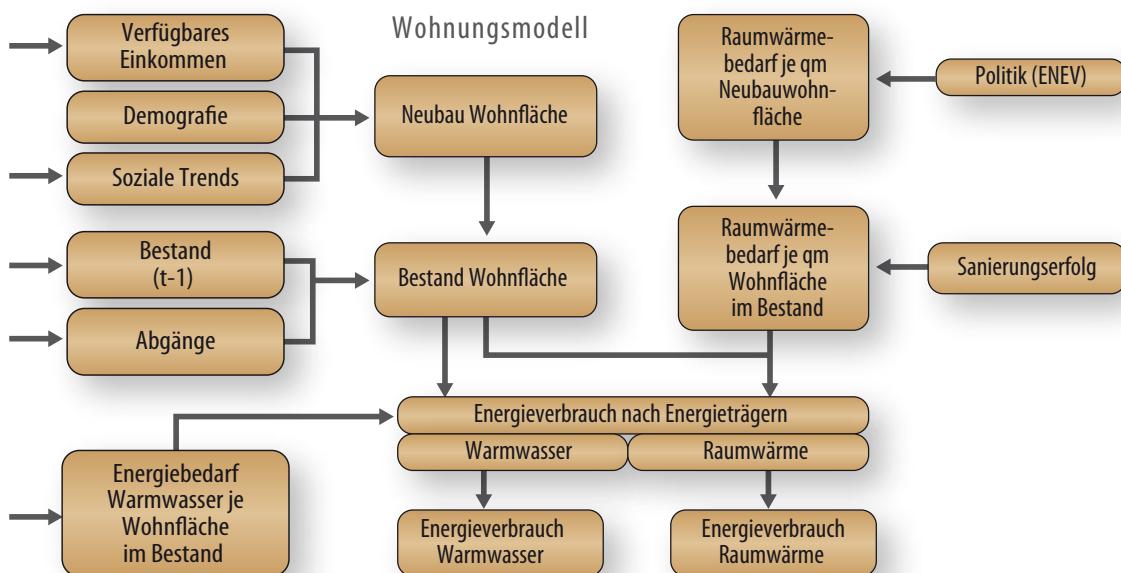
**Abbildung 7** zeigt die Modellierung des Energieverbrauchs der Luftfahrt. Hier erklären die geleisteten Personenkilometer und Tonnenkilometer eine normierte Verkehrsleistung der Luftfahrt. Der durchschnittliche Energieverbrauch der Luftfahrt pro nomierter Verkehrsleistung ist von dem Preis des Treibstoffes in Relation zum Preis der Bruttoproduktion des Luftverkehrs gewerbes abhängig. Multipliziert man den Durchschnittsverbrauch mit der Verkehrsleistung, so erhält man den Energieverbrauch des Luftverkehrs in TJ.

**Abbildung 7**  
Energieverbrauch  
Luftfahrt



## 2.6 Das Wohnungsmodell

Das Wohnungsmodell ist im Überblick in **Abbildung 8** dargestellt. Das Verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte, die demografische Entwicklung sowie soziale Trends erklären die neu gebaute Wohnfläche. Zusammen mit dem Wohnflächenbestand des Vorjahres und den Abgängen aus dem Bestand errechnet sich definitorisch die Wohnfläche des gesamten Bestands. Der Raumwärmebedarf je Quadratmeter Wohnfläche hängt zum einen ab von dem Raumwärmebedarf der Neubauflächen und vom Ausmaß der Sanierung von Flächen im Bestand. Multipliziert man den Raumwärmebedarf je Quadratmeter Wohnfläche mit der vorhandenen Wohnfläche, so erhält man den Energieverbrauch für Raumwärme. Der Energieverbrauch für die Bereitstellung von Warmwasser ergibt sich analog. Anschließend wird der Energieverbrauch nach Energieträgern zerlegt.



**Abbildung 8**  
Struktur des Wohnungs-  
modells

# 3 DIE SZENARIEN

*Die Szenarien enthalten die Vorgaben für die zeitliche Entwicklung der nicht im Modell bestimmten exogenen Variablen und weitere Einstellungen. Das so genannte Business-As-Usual-Szenario (BAU) generiert im technischen Sinne eine Prognose, die von einem gegenüber dem status quo unveränderten Verhalten der Politik ausgeht. In den so genannten Alternativszenarien werden einzelne oder auch mehrere Einstellungen vorgenommen, die gegenüber dem BAU-Szenario abweichen. Es kann sich dabei um veränderte Vorgaben der exogenen Variablen, aber auch um Änderungen der in den Gleichungen des Modells abgebildeten Verhaltensweisen der Akteure handeln. In unserem Fall sind es die Verhaltensweisen der Konsumenten, die in den Alternativszenarien nachhaltigere Entscheidungen als im BAU-Szenario treffen. Unterschiede in der Entwicklung einer Variablen im BAU- und in einem Alternativszenario sind dann auf die Summe aller direkten und indirekten Wirkungen zurück zu führen, die von dieser Verhaltensänderung ausgehen.*

*Im Übrigen ist noch zu betonen, dass das Business-As-Usual-Szenario nicht in der Absicht erstellt wurde, eine Prognose im Sinne der wahrscheinlichsten künftigen wirtschaftlichen Entwicklung zu geben. Dazu wäre eine ausführlichere Abschätzung der exogenen Variablen – z.B. die außenwirtschaftliche Entwicklung betreffend – notwendig. Der Sinn des Szenarios ist es, einen plausiblen Referenzrahmen für die Analyse der Wirkungen der Verhaltensänderungen der Konsumenten herzustellen.*

## 3.1 Das Business-As-Usual-Szenario

Infolge des demographischen Wandels wird das Erwerbspersonenpotenzial im Jahre 2020 um ca. 2,5 % niedriger sein als im Jahre 2008. Etwa ab 2015 wird sich die leichte Verknappung des Arbeitsangebotes bemerkbar machen.

Für die Weltwirtschaft wird sich ab 2010 und verstärkt in 2011 nach der Überwindung der Krise eine Normalisierung der Entwicklung einstellen. Die Zuwachsrate der deutschen Exporte werden preisbereinigt zwischen 4 und 5 % pro Jahr liegen. Der Wechselkurs des Euro zum Dollar wird für den gesamten Simulationszeitraum als konstant unterstellt (0,68). Der Ölpreis wird nach seinem dramatischen Fall in der Krise wieder zunehmen jedoch bis 2020 mit 442 EUR pro Tonne deutlich unter seinem historischen Hoch von 2008 verbleiben.

Die Steuersätze für die verschiedenen Energieträger sowie die Einkommensteuer- und Mehrwertsteuersätze bleiben gegenüber heute unverändert.

Das für die Grundstoffindustrien und die Stromerzeugung existierende Europäische Emissionshandelssystem (EU-ETS) wird auf den Flugverkehr ausgedehnt. In diesem Punkt ist eine Abweichung von der gegenwärtigen Gesetzeslage gegeben, denn diese Erweiterung wird zwar diskutiert, ist aber noch nicht beschlossen. Dasselbe gilt für die Ausdehnung des Anteils der vom Staat versteigerten CO<sub>2</sub>-Zertifikate in der Stromerzeugung, der bis 2020 von 10 % auf

100 % steigt. Auch die Zertifikate im Flugverkehr sollen zu einem steigenden Anteil (2020: bis auf 50 %) versteigert werden. Der Zertifikatspreis wird von 23,86 EUR pro Tonne im Jahre 2008 auf 28 EUR pro Tonne im Jahre 2020 zunehmen.

Die bestehenden Gesetze und staatlichen Förderprogramme (KWK-G, Gebäudesanierung, EEG und EEWärmeG) werden in der Referenzentwicklung fortgeschrieben, und es wird unterstellt, dass die dort formulierten Ziele erreicht werden. Unter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) versteht man die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Primärenergie in elektrischen Strom und in Nutzwärme in einer ortsfesten Anlage. Dabei handelt es sich um Dampfturbinen, Gasturbinen, Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und andere Anlagen. Das Gesetz vom 3. 8. 2008 regelt die Abnahme und die Vergütung des in das Netz einzuspeisenden Stroms. Das KWKG in der ab 2009 gültigen Fassung gibt Zuschläge nach Anlagengrößen zu Förderung von in KWK erzeugtem Strom auch aus Industrieanlagen vor. Die Zuschläge werden auf die Stromverbraucher umgelegt und die Höhe dieser Umlage ist gedeckelt. Ziel der Förderung ist die Verdopplung des Anteils an Strom, der in KWK erzeugt wird, was im BAU-Szenario unterstellt wird.

Durch das Gebäudesanierungsprogramm sollen über zinsgünstige Kredite und Zuschüsse erhöhte Sanierungsmaßnahmen in Gebäuden ausgelöst und so der Energiebedarf für Raumwärme abgesenkt werden. Das Fördervolumen und die mit dem Fördervolumen induzierten zusätzlichen Investitionen sowie die Energieeinsparungen pro investiertem EUR sind vorgegeben.

Das EEG vom 25. 10. 2008 ist in seiner Grundstruktur gegenüber Vorgängerregelungen beibehalten worden. Die wichtigsten Änderungen im neuen EEG sind die attraktivere Gestaltung des Repowering, die Verbesserung der Bedingungen für die Offshore-Windkraft und eine Verbesserung der Netzintegration von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien mitsamt der Regelung des Einspeisemanagements. Der Ausbau erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung ist im Modell durch einen exogenen Entwicklungspfad abgebildet und wird in allen Szenarien konstant gehalten.

Am 1. Januar 2009 ist das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz in Kraft getreten. Es schreibt vor, dass Eigentümer künftiger Gebäude einen Teil ihres Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien decken müssen. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde. Welche Form erneuerbarer Energien genutzt werden soll, kann der Eigentümer frei entscheiden. Wichtig ist nur, dass ein bestimmter Prozentsatz der Wärme mit der jeweiligen Energie erzeugt wird. Der Prozentsatz ist abhängig von der Energieform. So müssen beim Einsatz von Solaranlagen mindestens 15 Prozent des Wärmebedarfs gedeckt werden. Wird die Wärme dagegen mit fester oder flüssiger Biomasse oder mit Erd- oder Umweltwärme erzeugt, muss dadurch mindestens die Hälfte des Wärmebedarfs gedeckt werden. Begleitend zum Gesetz hat die Bundesregierung außerdem ihr umfangreiches Förderprogramm für erneuerbare Energien weiter aufgestockt. Der Ausbau erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung ist im Modell durch einen exogenen Entwicklungspfad abgebildet, der unterstellt, dass das Ziel der Bundesregierung erreicht wird und in allen Szenarien konstant gehalten wird.

Der Einsatz von Kernenergie geht gemäß Ausstiegsszenario bis 2020 weiter zurück.

Die Referenzszenario weicht in ihrer Ausgestaltung insofern von anderen Referenzszenarien (vgl. ISI et al. Politikszenarien für den Klimaschutz V, Pehnt et al. 2009) ab, als es die Erreichung der Ziele bestehender Politiken unterstellt, um den zusätzlichen Effekt, der durch den nachhaltigeren Konsum ausgelöst wird, im Vergleich sichtbar machen zu können.

## 3.2 Szenarien eines nachhaltigeren Konsums

Wie bereits eingangs dargelegt, werden in der vorliegenden Studie die aus den nachfolgend vorgestellten Verhaltensänderungen resultierenden Abweichungen von der soeben skizzierten Referenzentwicklung betrachtet. Dabei wird unterstellt, dass diese Verhaltensänderungen durch Einsicht in die Notwendigkeit (intrinsische Motivation), also nicht durch den Einsatz politischer Instrumente erfolgen. Es wird ferner davon ausgegangen, dass es sich um solche Verhaltensänderungen handelt, die keine technologischen Änderungen in Form neuer Produkte oder Produktionsverfahren voraussetzen. Außerdem sollen radikale Änderungen im Verbraucherverhalten ausgeschlossen werden. Trotz dieser Kriterien kann bei der Auswahl der Verhaltensänderungen eine gewisse Willkür nicht vermieden werden. Insofern handelt es sich um eine explorative Studie. Allerdings haben wir uns bei der Abschätzung der vorhandenen Einsparpotenziale auf das Urteil von Experten verlassen. Besonders hervorzuheben sind die Studien „Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland“, die von IFEU, Fraunhofer-LSI, GWS und Prognos im Auftrag des Bundesumweltministeriums durchgeführt worden ist (Pehnt et al. 2009), ferner „Leitszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung“ (kurz: Leitszenario 2009) (Nitsch und Wenzel 2009) und die HGF Studie „Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien“ (Coenen und Grunwald 2003).

### 3.2.1 Überblick

Es werden Verhaltensänderungen in den Bedarfsfeldern Ernährung, Bauen/Wohnen und Verkehr betrachtet, wobei die beiden letzteren im Vordergrund stehen. Insgesamt werden 13 verschiedene Verhaltensänderungen betrachtet. Eine diesbezügliche Übersicht bietet Tabelle 1.

Zur besseren Übersicht beschränken sich die graphischen Ergebnisdarstellungen jedoch lediglich auf eine Abbildung kumulierter Gesamteffekte in den folgendermaßen aggregierten Alternativszenarien:

1. **Alternativszenario 1:** Umfasst sämtliche Verhaltensänderungen aus dem Bedarfsfeld „Ernährung und Regionalisierung“.
2. **Alternativszenario 2:** Wie 1, plus sämtliche Verhaltensänderungen aus dem Bedarfsfeld „Bauen und Wohnen“.
3. **Alternativszenario 3:** Wie 2, plus sämtliche Verhaltensänderungen aus dem Bedarfsfeld „Verkehr“.

Szenario 3 berücksichtigt somit die Gesamteffekte bei Wirksamkeit sämtlicher in Erwägung gezogener Verhaltensänderungen. Hinsichtlich des Umfangs der Verhaltensänderungen werden dabei sowohl eine milde (M) als auch eine starke (S) Variante betrachtet.

In beiden Varianten gilt dabei, dass sich die unterstellten Verhaltensänderungen in den Modellrechnungen jeweils über einen Zeitraum von 2010 – dem ersten Jahr der Simulationen – von Null bis auf den unterstellten Endwert des Jahres 2020 linear entfalten. Dies ist so zu interpretieren, dass ein im Zeitablauf allmählich ansteigender Teil der Bevölkerung zu dem beschriebenen nachhaltigeren Konsumverhalten findet. Die im folgenden Text gemachten quantitativen Angaben zu den unterstellten Verhaltensänderungen beziehen sich daher i. d. R. auf das Endjahr der Simulationen.

BEDARFSFELD	VERHALTENSÄNDERUNG
<b>Regionalisierung und Ernährung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regionalisierung der Nahrungsmittelnachfrage</li> <li>• Regionalisierung der Nachfrage nach anderen Konsumgütern</li> <li>• Reduktion des Fleischkonsums</li> </ul>
<b>Bauen und Wohnen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absenkung der Wohnraumtemperatur</li> <li>• Verbesserung der Wärmeisolierung der Neubauten</li> <li>• Anstieg der Rate der Altbausanierung</li> <li>• Erhöhung der Austauschrate der Heizkessel</li> <li>• Schnellere Marktdurchdringung effizienterer Elektrogeräte</li> <li>• Erzeugung von Warmwasser: Erhöhter Anteil Solarthermie</li> </ul>
<b>Verkehr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehr Car Sharing</li> <li>• Erhöhte Fahrradnutzung für Kurzstrecken</li> <li>• Erhöhter Anteil sparsamer Kfz bei Neuzulassung</li> <li>• Minderung des motorisierten Individualverkehrs (mehr Bahn)</li> </ul>

**Tabelle 1**

Übersicht der im Verlauf der Studie betrachteten Bedarfsfelder und Verhaltensänderungen

### 3.2.2 Ernährung und Regionalisierung

Ein nachhaltigerer Konsum äußert sich in der Bevorzugung regionaler und saisonaler Lebensmittel, da sie kurze Transportwege und eine geringe Lagerung aufweisen. Schäfer (2008) ist der Auffassung, dass eine stärkere Beachtung örtlicher, saisonaler Produkte die Transportleistungen für Lebensmittel um bis zu 20 % senken kann. Ein bewussteres Konsumverhalten im Hinblick auf die mit dem Konsum der Güter verbundenen Verkehrsleistungen wird sich natürlich nicht auf den Konsum von Nahrungsmitteln beschränken. Das Ausmaß einer Regionalisierung der Nachfrage wird hier aber wesentlich geringer sein, weil die Information über die Herkunft der Güter bei den Nahrungsmitteln wesentlich umfangreicher ist. Wir unterstellen deshalb bei den anderen Waren einen Rückgang der Transportleistungen von nur 2,5 %. Diese Einstellungen werden sowohl für die milde als auch für die starke Variante gewählt.

Eine zweite Verhaltensänderung betrifft den Fleischkonsum. Im Abschlussbericht des Projektes der Helmholtz-Gemeinschaft „Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland“ wird für einen nachhaltigeren Konsum die Forderung erhoben, dass sich der Fleischkonsum pro Kopf um mindestens 50 % reduzieren muss (Coenen und Grunwald 2003, S. 180).

In der milden Variante bleiben wir mit einer Minderung des Fleischkonsums von 20 % weit hinter der o. g. Forderung zurück. In der starken Variante nähern wir uns mit einer Minderung des Fleischkonsums von 40 % der Vorgabe.

### 3.2.3

### Bauen und Wohnen

Eine einfache Maßnahme zur Minderung des Energieverbrauchs besteht in der Senkung der Raumtemperatur durch die Verbraucher. Bei gegebenem Stand der Technik kann ohne zusätzliche Kosten allein durch Tragen einer angemessenen Kleidung und ein intelligentes Verhalten bei der Lüftung der Räume eine erhebliche Einsparung des Energieverbrauchs erzielt werden. Ferner kommt es darauf an, die Raumtemperatur in den einzelnen Räumen im Hinblick auf ihre Funktion angemessen zu gestalten und für ein angemessenes Absenken der Temperatur in der Nacht zu sorgen. Wenn auf diese Weise die Raumtemperatur im Durchschnitt um 1 Grad gesenkt wird, reduziert sich der Energieverbrauch der Haushalte für Raumwärme um 6 % (Deutsche Energieagentur 2010). Wir haben in der milden Variante unterstellt, dass 75 % der Haushalte die Raumtemperatur um 1 Grad reduzieren, in der starken Variante mindern 75 % der Haushalte die Raumtemperatur um 2 Grad.

Im weiteren betrachten wir Maßnahmen der Haushalte, die mit Investitionen verbunden sind. Wie bereits eingangs dargestellt, stützten sich die diesem Bedarfsfeld zuzurechnenden Annahmen auf die Ergebnisse der Studie von Pehnt et al. (2009). Die mit den einzelnen Verhaltensänderungen verbundenen Energieeinsparungen und die erforderlichen Investitionen wurden aus der Studie entnommen. Zunächst wird unterstellt, dass für den Neubau von Wohnungen die im BAU-Szenario für das Jahr 2020 erreichten energetischen Standards bereits im Jahr 2014 erreicht werden. Diese Annahme wird nicht in der Dimension mild bzw. stark variiert.

Bei der Sanierung des Gebäudebestandes werden ebenfalls schon im BAU-Szenario Maßnahmen zur Wanddämmung, Dachisolierung, Kellerdeckendämmung sowie Wärmeschutzverglasung nach dem Stand der Technik unterstellt. Der Unterschied besteht nun darin, dass die Sanierungsrate pro Jahr in der milden Variante mit 1,23 % des Wohnungsbestandes deutlich größer ist als die, die dem BAU-Szenario zu Grunde liegt (0,83 %). In der starken Variante steigt die Sanierungsrate sogar auf 1,65 % und ist damit doppelt so groß wie im BAU-Szenario.

Der Austausch der Heizkessel ist eine weitere wichtige Einflussgröße für den Energieverbrauch der Haushalte. Im BAU-Szenario wird unterstellt, dass in jedem Jahr 3,3 % des Bestandes ausgetauscht und durch Geräte auf dem neuesten Stand der Technik ersetzt werden. In der milden Variante wird die Austauschrate auf 4 % und in der starken Variante auf 4,5 % pro Jahr erhöht.

Die Solarthermie zur Bereitung von warmem Wasser hat im Jahre 2008 18,2 PJ betragen, was etwa 5,3 % des gesamten Energieeinsatzes in diesem Bereich entspricht. Die im Auftrag des Bundesumweltministerium erstellten „Leitszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung“ (kurz: Leitszenario 2009) unterstellen, dass dieses Volumen bis 2020 mehr als vervierfacht wird (87,4 PJ) (Nitsch und Wenzel 2009). Kumuliert über den gesamten Zeitraum erfordert dies Investitionen in Höhe von gut 20 Mrd. EUR. Diese Einstellungen liegen unseren Simulationen in der starken Variante zu Grunde. In der milden Variante wurde auf die Solarthermie verzichtet.

Für den Stromverbrauch der Haushalte ist der technische Stand der Kühl- und Gefriergeräte, Wäschetrockner, Waschmaschinen und Geschirrspüler von großer Bedeutung. In der milden Variante wird diesbezüglich unterstellt, dass bis 2020 der Verkaufsanteil der im Hinblick auf ihre Umweltfreundlichkeit mit A++ bewerteten Geräte auf 80 % steigt. Der Verkaufsanteil der A+++ Geräte nimmt auf 15 % zu. Der Verkaufsanteil der Wäschetrockner mit Wärmepumpe steigt auf 80 %. Des Weiteren wird eine Effizienzverbesserung von Geschirrspülern und Waschmaschinen um 10 % unterstellt. Ferner wird der stand-by Betrieb bei IuK Geräten reduziert. In der starken Variante wurden diese Effekte noch einmal um 30 % angehoben.

### 3.2.4 Mobilität

In Großstädten findet die gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen – das so genannte Car Sharing – immer mehr Anhänger. Der Bundesverband CarSharing (2009) stellt eine Zuwachsrate von 21,9 % fest. Allerdings ist die Anzahl von 3600 Fahrzeugen, die bislang gewerbsmäßig in diesem Bereich eingesetzt werden im Vergleich zum Fahrzeugbestand von insgesamt ca. 44 Millionen Fahrzeugen in Deutschland – selbst wenn man berücksichtigt, dass 1 Car Sharing Fahrzeug 5 private PKW ersetzt (Umweltbundesamt 2009) – noch sehr gering.

Wir unterstellen in der milden Variante für das Jahr 2020 einen Anteil des Car Sharing von 2 % am Bestand. Das entspricht ca. 800 000 Fahrzeugen privaten PKW, was 160 000 Car-Sharing-Fahrzeuge erfordern würde. In der starken Variante unterstellen wir für 2020 einen Anteil von 4 %. Die Mobilität der Privaten Haushalte gemessen in Personenkilometer wird dadurch nicht beeinträchtigt. Die unmittelbare Folge dieser Einstellung ist also eine intensivere Nutzung des Fahrzeugbestandes.

Im innerstädtischen Verkehr ist das Radfahren eine attraktive und Energie sparende Alternative zum PKW und dem öffentlichen Nahverkehr. In Deutschland gibt es in diesem Bereich noch erhebliche Möglichkeiten. Das Umweltbundesamt (2003) quantifiziert dieses Potenzial, indem es darauf verweist, dass in Deutschland pro Kopf der Bevölkerung pro Jahr 300 Kilometer mit dem Rad zurück gelegt werden, während es in den Niederlanden und Dänemark 1000 km sind. Wir unterstellen in der milden Variante, dass die gefahrenen Radkilometer sich in Deutschland bis 2020 auf den Wert von 600 verdoppeln und in der starken Variante die Radfahrleistung der Dänen und Niederländer erreicht wird. Dies bedeutet, dass der motorisierte Verkehr sich entsprechend vermindert, wovon allerdings der Flugverkehr und die Langstreckenfahrten mit der Bahn ausgenommen sind.

Beim Neukauf der PKW treffen die Haushalte eine Entscheidung, die den Kraftstoffverbrauch weitgehend gestaltet. Sie haben die Wahl zwischen größeren und kleineren, energieeffizienteren und weniger effizienten, schweren und leichten Fahrzeugen, so dass der Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen nicht nur vom Stand der Technik, sondern auch vom Wahlverhalten der Verbraucher abhängt. Eine gute Einschätzung des Potenzials gibt die Information des Bundesverband CarSharing e.V. (2008), der feststellt, dass der Durchschnittsverbrauch seiner Neuzulassungen 16 % unter dem Durchschnittswert aller Neuzulassungen liegt. Wir unterstellen in der milden Variante, dass bis 2020 alle Verbraucher sich beim Fahrzeugkauf in dieser Weise verhalten, so dass der Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen dann 16 % unter dem des BAU-Szenarios liegt. In der starken Variante beträgt diese Abweichung 25 %.

Der motorisierte Individualverkehr ist mit einem Anteil von gut 80 % am gesamten motorisierten Personenverkehr der bei weitem wichtigste und natürlich auch ökologisch ineffizienteste Verkehrsträger. Welche Minderung ist vorstellbar, ohne dass wir radikale Verhaltensänderungen unterstellen müssen? Einen Anhaltspunkt liefern die Wirkungen von Maßnahmen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des öffentlichen Verkehrs. Grunwald et al. (2002) kommen zu dem Ergebnis, dass eine Minderung des motorisierten Individualverkehrs durch den Einsatz ökonomischer Instrumente um ca. 8 % möglich ist. Wir unterstellen, dass in der starken Variante diese Änderung bis 2020 auch allein durch intrinsische Motivation erreicht werden kann. In der milden Variante beträgt die Minderung nur 6 %.

Bei unveränderter Mobilität verteilt sich die Minderung des motorisierten Individualverkehrs mit Ausnahme des Luftverkehrs auf den öffentlichen Verkehr. Der öffentliche Straßenverkehr, der Schienennahverkehr und der Schienenfernverkehr erleben wegen ihres im Vergleich zum motorisierten Individualverkehr geringen Anteils am Personenverkehr bis 2020 Zuwächse zwischen 40 % und 50 %. Weil diese bei den gegebenen Kapazitäten nicht bedient werden können, sind zusätzliche Investitionen des öffentlichen Verkehrs notwendig. Wir unterstellen, dass die Kapazitätserweiterung im öffentlichen Verkehr zusätzliche Bauinvestitionen kumuliert über den 10-Jahreszeitraum von 30 Milliarden EUR erfordert, womit die Investitionen in etwa proportional zur Nachfragesteigerung angehoben werden.

# 4 DIE SIMULATIONSERGEBNISSE

## 4.1

### Das Business-As-Usual-Szenario

Die Einstellungen für das Business-As-Usual-Szenario sind im Einzelnen bereits im Abschnitt 3.1 vorgestellt worden. Bei der Diskussion der Ergebnisse muss noch hervorgehoben werden, dass die aktuellen Maßnahmen der Bundesregierung zur Stabilisierung der Konjunktur nicht berücksichtigt wurden, weil die langfristige gesamtwirtschaftliche Entwicklung natürlich im Focus des Projektes steht. So hat die Zeitarbeitsregelung im Jahr 2009 die Beschäftigung soweit stabilisiert, dass die Krise vom Arbeitsmarkt fern gehalten werden konnte, während im Business-As-Usual-Szenario doch erhebliche Beschäftigungsrückgänge zu verzeichnen sind. Die fiskalpolitischen Maßnahmen der Bundesregierung werden sich vor allem in 2010 positiv auswirken, so dass das Business-As-Usual-Szenario vermutlich die tatsächliche Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts in 2010 und möglicherweise auch noch in 2011 unterschätzen wird.

In **Abbildung 9** ist die Entwicklung des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts für Deutschland bis 2020 dargestellt. Die wirtschaftliche Belebung nach dem Einbruch des Jahres 2009 wird vor allem vom Export getragen, der auch in der mittleren Frist bis 2020 die Nachfragekomponente mit den stärksten Zuwachsraten sein wird. Die jährlichen Zuwachsraten des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts werden ab 2012 um 1,5 % schwanken.

Die Beschäftigung wird in Deutschland relativ stabil sein, weil die Zuwachsrate der Arbeitsproduktivität in etwa der Zuwachsrate des Bruttoinlandsprodukts entspricht. Die Entwicklung des Arbeitsangebotes ist im Kern durch zwei Größen bestimmt: Der Anzahl der 15 bis 65 jährigen sowie dem Grad der Erwerbsbeteiligung der Bevölkerung. Die Zahl der 15 bis 65 jährigen ist seit 1998 rückläufig, was sich bis 2020 fortsetzen wird. Der Grad der Erwerbsbeteiligung der Bevölkerung ist bis heute vor allem durch eine stärkere Erwerbsbeteiligung der Frauen angestiegen. In den nächsten 10 Jahren wird sich dieser Anstieg soweit abschwächen, dass der weitere Rückgang der Zahl der 15 bis 65 jährigen nicht mehr kompensiert werden kann: Ab 2013 wird das Arbeitsangebot zurück gehen, was bei stabiler Arbeitsnachfrage zu einer Veränderung der Erwerbslosigkeit führt, wie **Abbildung 10** ausweist.

Der Endenergieverbrauch wird in Deutschland bis 2010 relativ stabil sein, weil die Energieproduktivität etwa mit derselben Rate wachsen wird wie das Bruttoinlandsprodukt. Die zunehmende Verwendung erneuerbarer Energien erlaubt zum einen die weitere Verfolgung des Kernenergieausstiegs sowie eine weitere Verminderung des Einsatzes von Kohle und Braunkohle bei einem leichten Anstieg der Nutzung von Erdgas. Insgesamt kann der Einsatz fossiler Energieträger vermindert werden, wodurch die CO<sub>2</sub>-Emissionen noch deutlich reduziert werden können. **Abbildung 11** zeigt, dass bis 2020 das Ziel einer 30 % Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Niveau von 1990 knapp erreicht wird.

BIP (in Mrd. EUR)

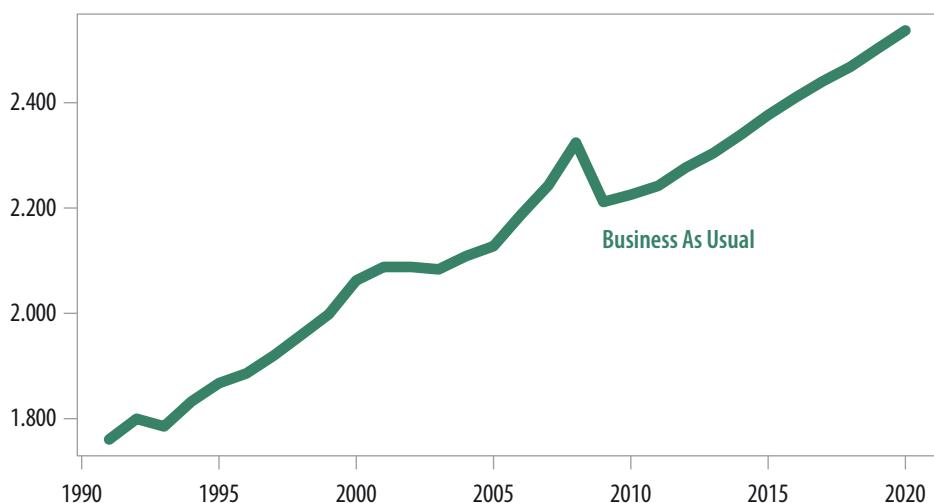


Abbildung 9

Die Entwicklung des preisbereinigten Brutto-inlandsprodukts in Deutschland von 1991 bis 2020 in Mrd. EUR im Business-As-Usual-Szenario

1000 Erwerbslose

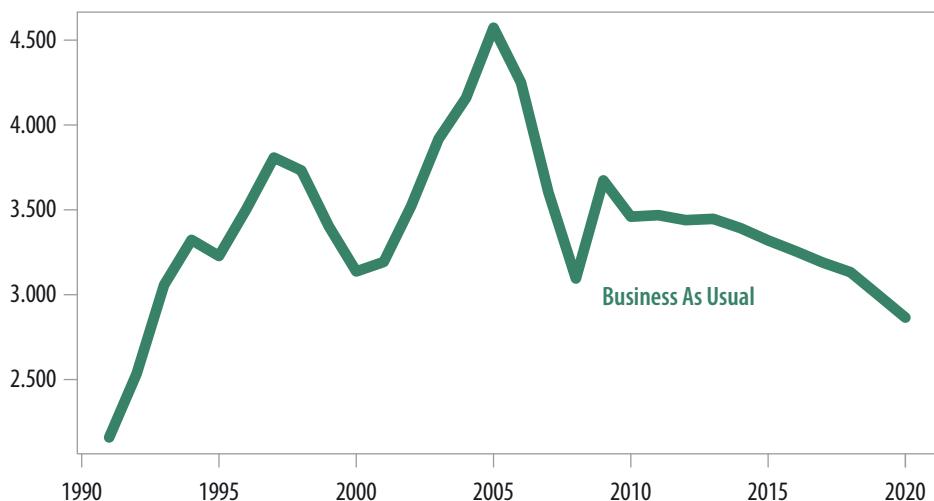


Abbildung 10

Die Zahl der Erwerbslosen in Deutschland von 1991 bis 2020 in 1000 Personen im Business-As-Usual-Szenario

CO<sub>2</sub> (in Mio. t)

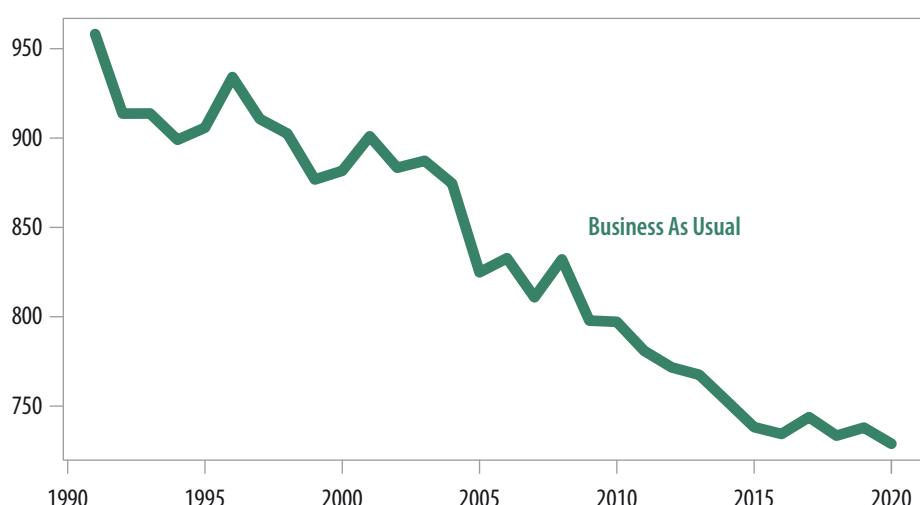


Abbildung 11

Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland von 1991 bis 2020 in Millionen Tonnen Business-As-Usual-Szenario

## 4.2 Die Alternativszenarien

Die folgende Darstellung und Kommentierung der Ergebnisse der Alternativszenarien erläutert zunächst die Wirkungen der in den einzelnen Szenarien unterstellten Verhaltensänderungen und stellt dann noch einmal die Ergebnisse für alle Szenarien zusammengefasst für die milde und die starke Variante dar.

### 4.2.1 Die Wirkungen der Verhaltensänderungen in den einzelnen Szenarien

Bei der Ergebnisdarstellung im Detail beziehen sich die Angaben im Text stets auf das Endjahr 2020 der Simulation, die zusammenfassenden Graphiken geben immer einen Überblick über den historischen Verlauf der Variablen und ihre jährliche Entwicklung bis 2020. Die detaillierte Darstellung im Text bezieht sich grundsätzlich allein auf die Wirkungen der jeweiligen Einstellungen einzelner Bedarfssfelder („Ernährung und Regionalisierung“, „Bauen und Wohnen“ und „Mobilität“) in der starken Variante, in den zusammenfassenden Graphiken sind dagegen die Ergebnisse für das BAU-Szenario, und die **kumulativen** Szenarien (1,2 und 3) auch jeweils in der starken Variante dargestellt.

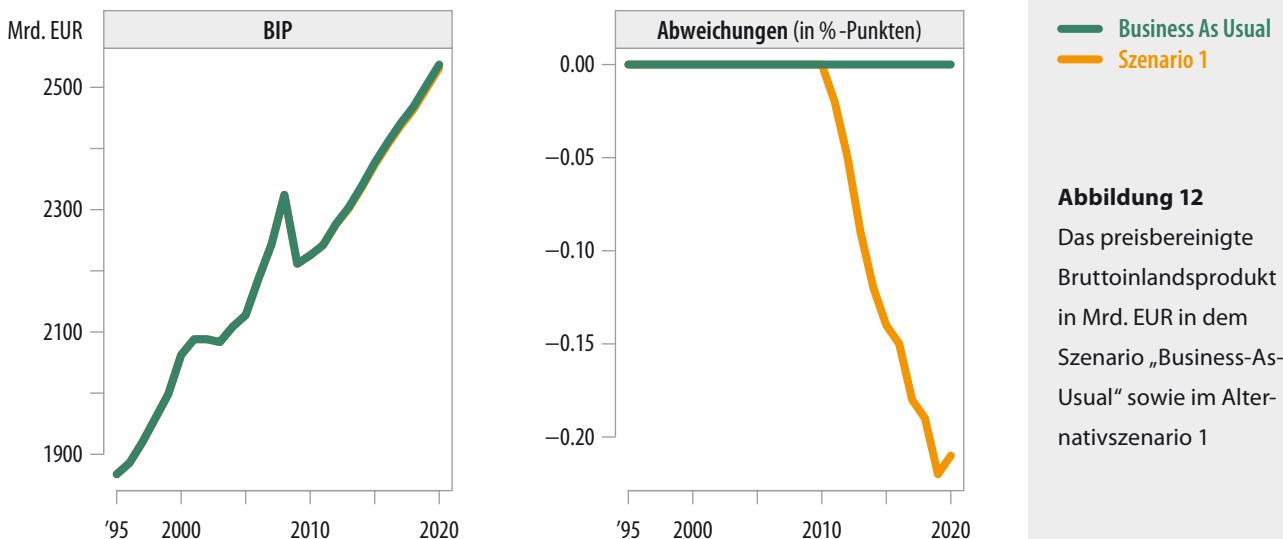
#### Ernährung und Regionalisierung

Im Modell wird das Güterverkehrsaufkommen – gemessen in Tonnenkilometer – durch die Summe aus der preisbereinigten inländischen Produktion von Waren und den preisbereinigten Importen von Waren erklärt. Die Auswirkungen einer Minderung der Verkehrsnachfrage bei den Nahrungsmitteln um 20 % kann daher mit dem Anteil der Nahrungsmittelproduktion und ihrer Importe am gesamtwirtschaftlichen Warenaufkommen recht grob abgeschätzt werden. Es ergibt sich eine Minderung des gesamten Verkehrsaufkommens von 1,4 %. Multipliziert man den Anteil der restlichen Warentransporte am gesamten Güterverkehrsaufkommen mit der vorgegebenen Minderung von 2,5 %, so ergibt sich eine weitere Minderung des gesamten Güterverkehrs von 2,2 %. Insgesamt reduziert sich damit der Güterverkehr gemessen in Tonnenkilometer um 3,6 %.

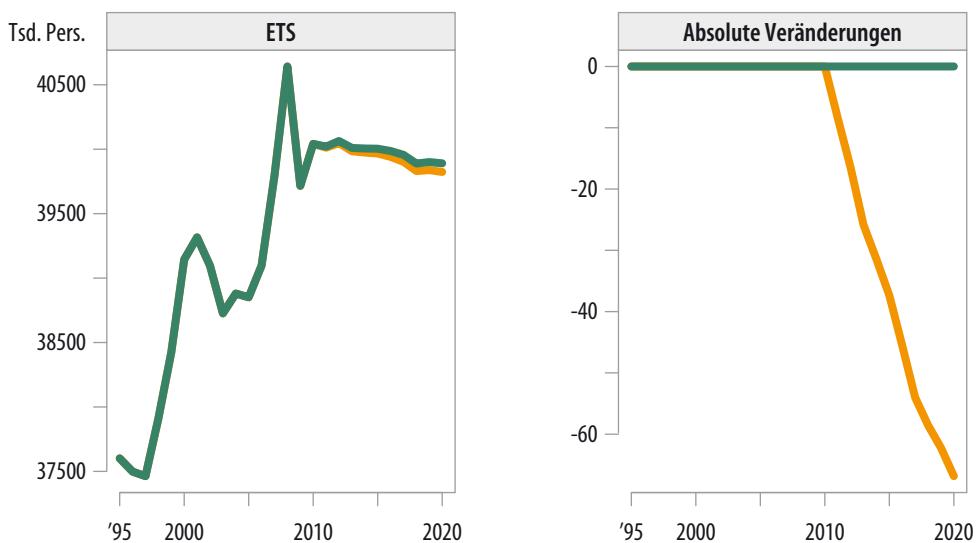
Die zweite Einstellung betrifft die Reduktion des Fleischkonsums um 20 % in der milden und um 40 % in der starken Variante. Es macht Sinn zu unterstellen, dass Gemüse den Minderverbrauch von Fleisch soweit substituiert, dass die Kalorienversorgung unverändert bleibt. Bei einem Anteil des Fleischkonsums an der Nachfrage der Privaten Haushalte nach Nahrungsmitteln von 23 %, einer Relation zwischen dem Kaloriengehalt pro kg Fleisch zum Kaloriengehalt von 1 kg Gemüse von 3:1 und einem Preisverhältnis von 7:3 ergibt sich eine Minderung der Nachfrage der Privaten Haushalte nach Nahrungsmitteln von 2,6 % in der milden und 5,2 % in der starken Variante.

Wenn sich der Fleischkonsum vermindert, dann bedeutet dies auch eine entsprechende Minderung der Tierproduktion. Wir können dies in unserem makroökonomischen Modell durch eine Reduktion der Futtermittellieferungen an die Tierhaltung abbilden. Als Stellgröße wird hierzu auf die in-sich Lieferungen der Landwirtschaft (Hautdiagonalelement der Input-Output-Matrix) zugegriffen.

Die wirtschaftlichen Effekte sind leicht negativ, weil der Konsum von Nahrungsmitteln sich vermindert und andererseits die Produktion von Verkehrsleistungen zurückgeht. Über den Kreislaufzusammenhang werden auch andere Wirtschaftsbereiche leicht betroffen, so dass die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung und der gesamtwirtschaftliche Konsum sich insgesamt



**Abbildung 12**  
Das preisbereinigte  
Bruttoinlandsprodukt  
in Mrd. EUR in dem  
Szenario „Business-As-  
Usual“ sowie im Alter-  
nativszenario 1



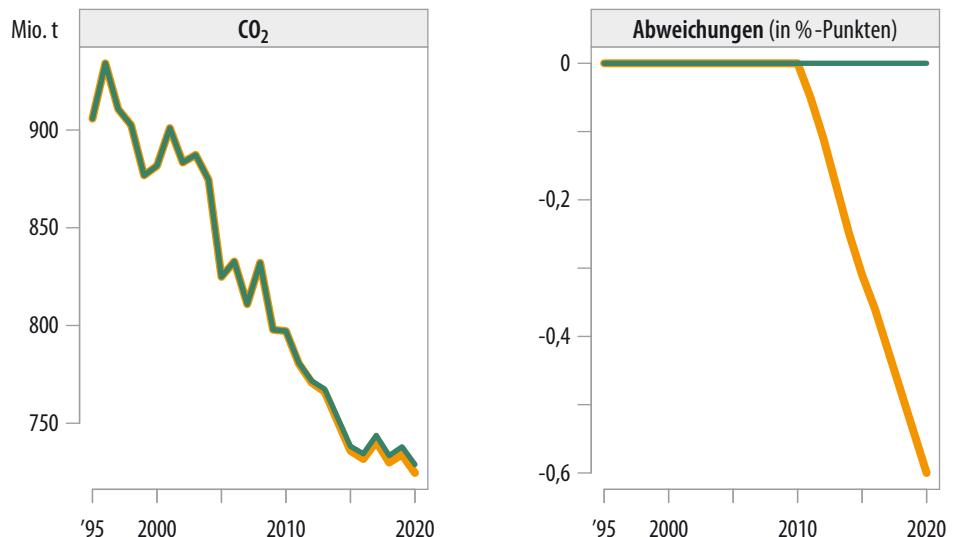
**Abbildung 13**  
Die gesamtwirtschaftliche  
Beschäftigung in 1000  
Personen in dem Szenario  
„Business-As-Usual“ sowie  
im Alternativszenario 1

stärker vermindern als es die direkten Effekte anzeigen. Der Konsum von Nahrungsmitteln geht um 7,9 Mrd. EUR (-5,0 %) zurück, der gesamtwirtschaftliche Konsum um 10,5 Mrd. EUR (-0,7 %). Zusätzlich mindern sich die Investitionen um 1,0 Mrd. EUR. Die gesamtwirtschaftlichen Importe mindern sich um 4,1 Mrd EUR, was sowohl durch einen Rückgang der Konsumgüterimporte als auch durch geringere Gas- und Ölimporte erklärt werden kann. Für das Bruttoinlandsprodukt ergibt sich in der starken Variante eine Minderung um 8,0 Mrd. EUR. **Abbildung 12** zeigt die Entwicklung des **preisbereinigten** Bruttoinlandsprodukts im BAU-Szenario und im Szenario „Regionalisierung und Ernährung“ in der starken Variante.

Die Beschäftigung wird insgesamt um 66.800 Arbeitsplätze reduziert, wobei insbesondere das Nahrungs- und Genussmittelgewerbe, die Landwirtschaft, das Verkehrsgewerbe und der Handel betroffen sind (siehe **Abbildung 13**). Der Energieverbrauch im Verkehr geht insgesamt um 1,6 % zurück, die CO<sub>2</sub>-Emissionen vermindern sich im Verkehr um 1,6 % und die CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt reduzieren sich um 0,6 % (siehe **Abbildung 14**).



**Abbildung 14**  
Die gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Millionen Tonnen in dem Szenario „Business-As-Usual“ sowie im Alternativszenario 1



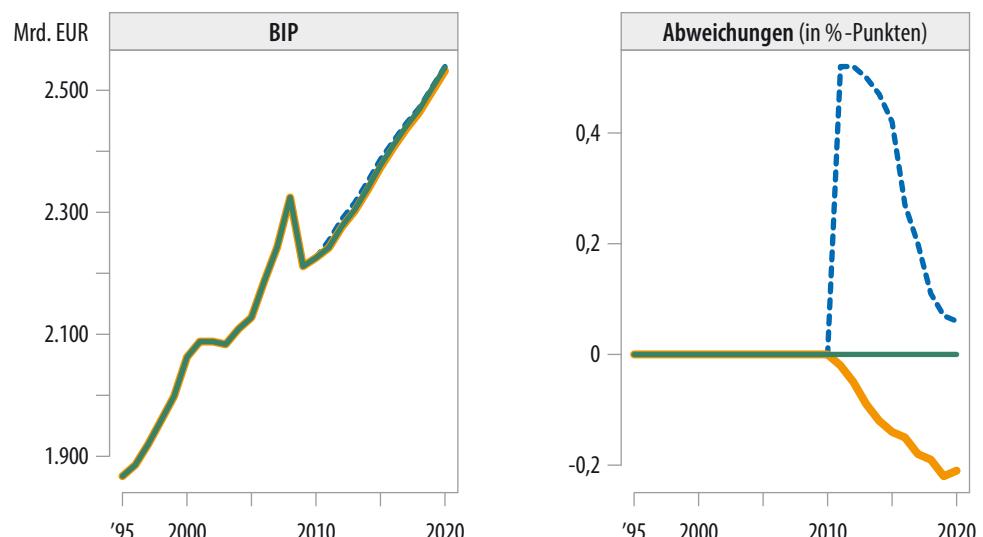
### Bauen und Wohnen

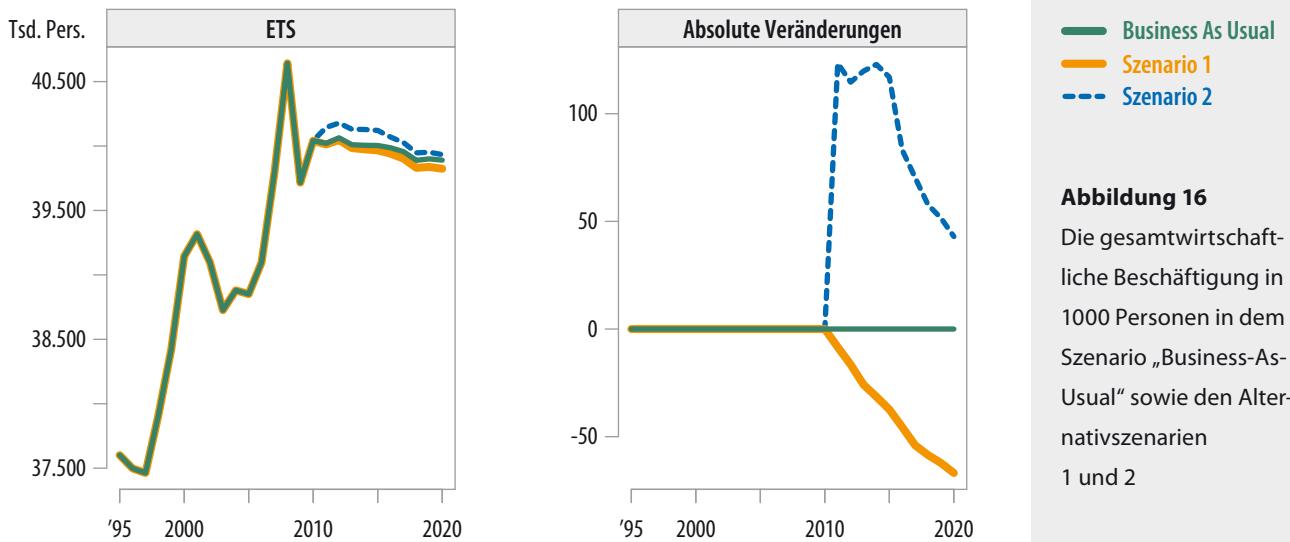
Die Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz der Neubauten und insbesondere die Sanierungsaktivitäten des Wohnungsbestandes führen zu einem deutlichen Anstieg der Bauinvestitionen um 5 Mrd. EUR und der Ausgaben der Haushalte für die Instandhaltung der Wohnungen um 4 Mrd. EUR. Natürlich ist auch in den Vorjahren bereits kräftig in die Steigerung der Energieeffizienz investiert worden, so dass der Wert der Wohnungen durch diese Investitionen um 0,7% gestiegen ist. Dadurch erhöhen sich die tatsächlich von Mietern gezahlten und die kalkulatorischen Mieten der Eigentümer um 0,4%, was einer absoluten Zunahme von 1,1 Mrd. EUR entspricht. Ferner führen die Ausgaben für effizientere Elektrogeräte zu weiteren Nachfragesteigerungen um 1,1 Mrd. EUR. Demgegenüber vermindern sich die Ausgaben für Strom, Gas und andere Brennstoffe um 10,3 Mrd. EUR (-16,7%). Die Summe der direkten Nachfrageeffekte ist leicht positiv.

Die Minderung der Importe von Gas und Öl verstärken die Wertschöpfung im Lande und damit die positive Kreislaufwirkung. Per Saldo steigt das Bruttoinlandsprodukt um 8,1 Mrd. EUR. Der private Konsum nimmt um 3,6 Mrd. EUR zu, weil zu den angesprochenen direkten die



**Abbildung 15**  
Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt in Mrd. EUR in dem Szenario „Business-As-Usual“ sowie den Alternativszenarien 1 und 2

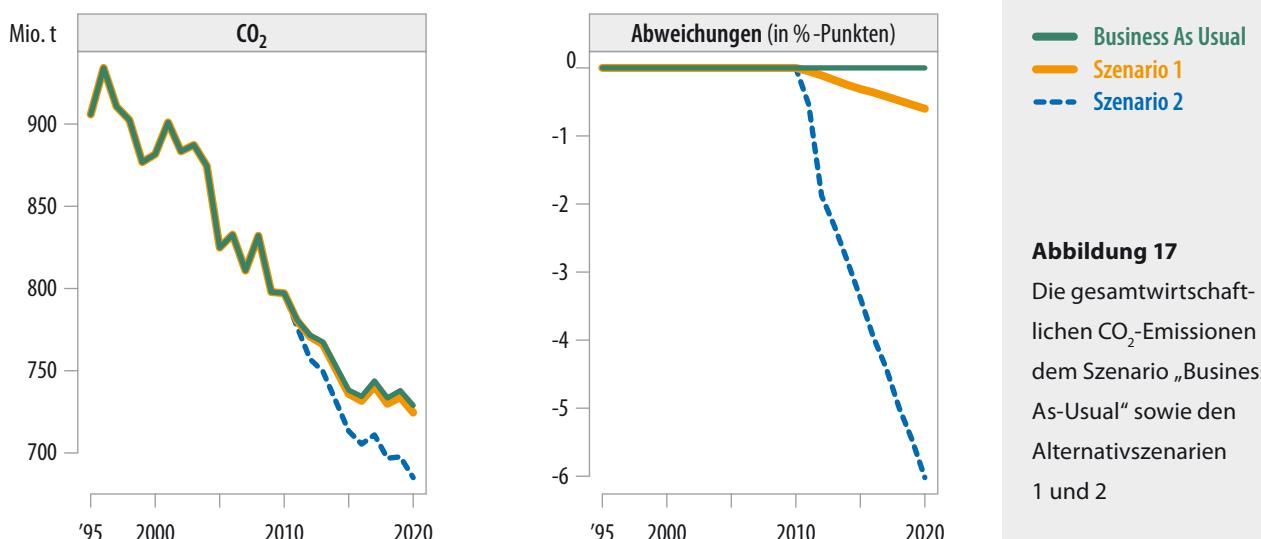




aus dem Kreislaufzusammenhang stammenden positiven indirekten Effekte hinzukommen. **Abbildung 15** zeigt die Entwicklung des **preisbereinigten** Bruttoinlandsprodukts in den bislang diskutierten Szenarien mit der starken Variante.

Der Anstieg des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts um 0,3 % induziert einen entsprechenden Anstieg der Beschäftigung, was in Absolutzahlen eine Mehrbeschäftigung von 110.000 Personen bedeutet, von denen 34.000 auf das Baugewerbe und 30.000 auf die Branche Einzelhandel und Reparatur von Gebrauchsgütern entfallen (vgl. **Abbildung 16**).

Der Endenergieverbrauch der Haushalte vermindert sich um 22 %, in etwa dieselbe Ersparnis wird mit 22,5 % beim Strom erzielt, während die Verbräuche der zur Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser vorrangig eingesetzten fossilen Energieträger Gas und leichtes Heizöl um 33 % bzw. 40 % zurückgehen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Haushalte vermindern sich um 24 %, die gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen können um 5,4 % deutlich reduziert werden (vgl. **Abbildung 17**).



## Mobilität

Die Konsumenten entschließen sich, in demselben Umfang Rad zu fahren wie die Dänen und die Holländer. Dies reduziert den motorisierten Verkehr insgesamt gemessen in Personen-kilometer um knapp 5 %, was natürlich vor allem innerstädtisch stattfindet und insbesondere den PKW-Verkehr betrifft. Der wird außerdem im Umfang von 8 % durch öffentlichen Verkehr substituiert, so dass sich der mit dem PKW organisierte Individualverkehr insgesamt um gut 13 % vermindert. Für Bahn und Busse bedeutet dies einen Zuwachs ihrer Verkehrsleistung um 50 %, bzw. 40 % (entspricht der Minderung des Individualverkehrs um 8 %). Natürlich kann dies nur durch einen Ausbau des Schienennetzes erreicht werden, was über den gesamten Zeitraum kumuliert Mehrinvestitionen von ca. 30 Mrd. EUR erfordert. Vor allem die genannten Effekte, aber auch der unterstellte Zuwachs des Car-Sharing vermindern den erforderlichen PKW – Bestand bis 2020 um 11 %. Voraus gegangen ist in den neun Jahren zuvor ein entsprechender Rückgang der Neuzulassungen von PKW, welcher durch die Minderung der Nachfrage der Haushalte nach PKW ausgelöst wurde. Im Endjahr der Simulation macht diese Minderung der Ausgaben für PKW Käufe 7,6 Mrd. EUR (-10,2 %) aus. Der mit dem Ausbau der Schienenwege erforderliche Investitionsbedarf beträgt im Jahr 2020 3,6 Mrd. EUR, die Ausrüstungsinvestitionen belaufen sich auf ca. 1 Mrd. EUR.

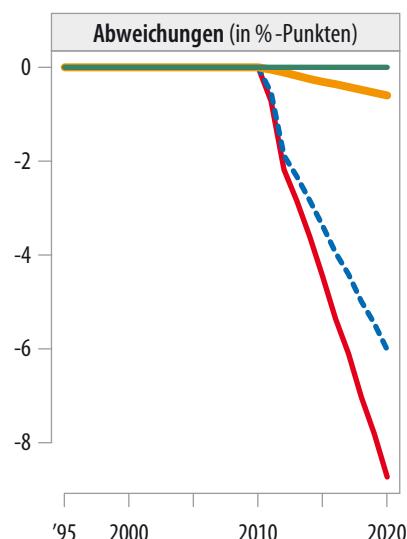
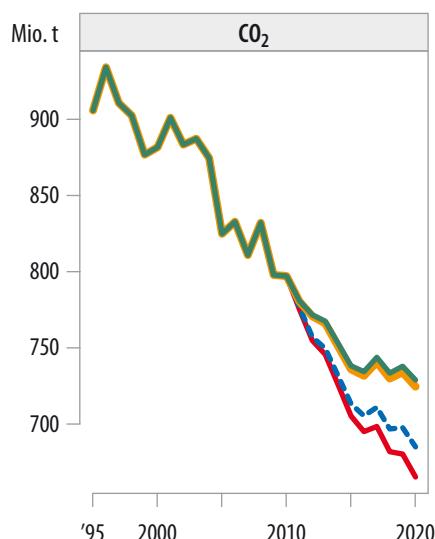
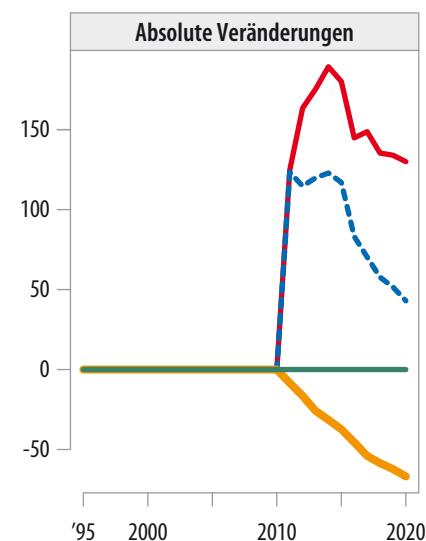
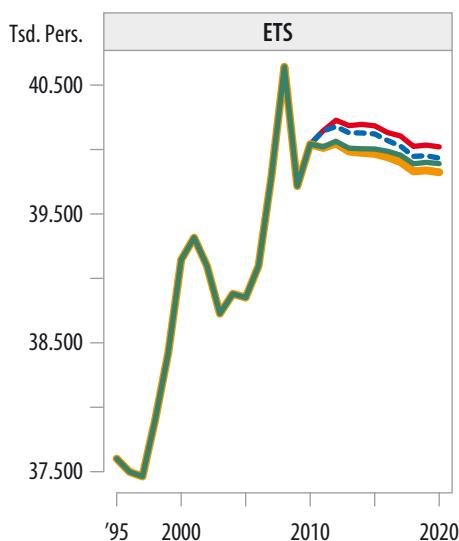
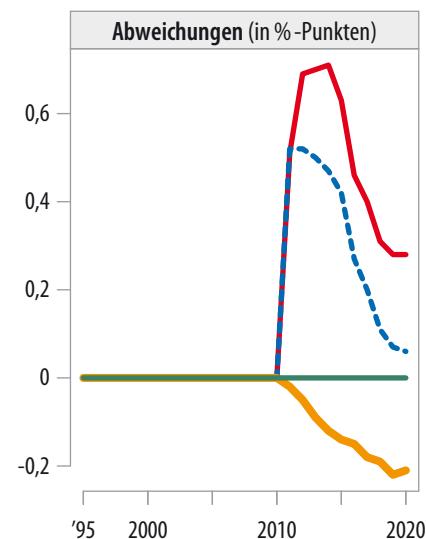
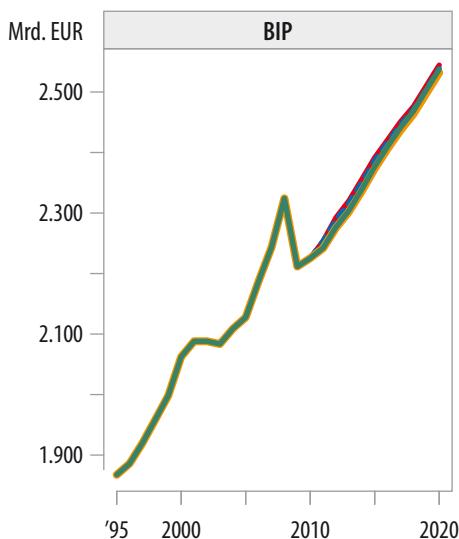
Die mit dem PKW gefahrenen Kilometer vermindern sich um 13,8 %, die Verbräuche pro Kilometer reduzieren sich um weitere 25 %. Die Ausgaben der Privaten Haushalte für die PKW-Nutzung, die neben den Kraftstoffkosten auch weitere Größen wie die Wartungskosten enthalten, vermindern sich mit 12 % um einen geringeren Betrag. Die absolute Ausgabenminderung beträgt hier 10,6 Mrd. EUR. Da die Mobilität insgesamt unverändert ist, stehen den Ausgabeminderungen im Individualverkehr Mehrausgaben für Verkehrsdienstleistungen in Höhe von 12 Mrd. EUR (+29 %) gegenüber.

Per Saldo und unter Einbeziehung indirekter Effekte reduziert sich der Private Verbrauch um 4,7 Mrd. EUR. Dem stehen an expansiven Größen die Summe aus Bau- und Ausrüstungsinvestitionen in Höhe von 4,6 Mrd. EUR, ein Rückgang der Ölimporte sowie ein leichter Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Exporte um 1 Mrd. EUR gegenüber. Der letzte Effekt ist dadurch zu erklären, dass durch den geringeren Anteil der teuren Fahrzeugkosten am Warenkorb der Privaten Haushalte der Preisindex der Lebenshaltung leicht fällt, wodurch die Lohnsätze etwas niedriger ausgehandelt werden, was wiederum Kosten sowie Preisentwicklungen in der Industrie dämpft. Dieser Rückgang der Exportpreise um 0,1 % erhöht die Exporte um 0,05 %. Fassen wir alle Wirkungen auf die verschiedenen Endnachfragekomponenten zusammen, so ergibt sich eine Zunahme des Bruttoinlandsprodukts von 1,4 Mrd. EUR (0,05 %).

**Abbildung 18** zeigt die Entwicklung des **preisbereinigten** Bruttoinlandsprodukts in den bislang diskutierten Szenarien mit der starken Variante. **Abbildung 19** bildet die Entwicklung der Beschäftigung in der starken Variante ab. Insgesamt steigt diese um 87.000 Personen an, womit die relative Änderung von 0,2 % der des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts entspricht. Die Wirkungen konzentrieren sich auf einige Wirtschaftsbereiche: Der Ausbau des öffentlichen Verkehrs führt in der Bauwirtschaft zu einer Mehrbeschäftigung von 18.350 Personen. Die Ausdehnung des Betriebs bei Bahnen und Bussen erfordert dort einen Beschäftigungszuwachs von 66.000 Personen (8,6 %). Dem stehen Arbeitsplatzverluste in Höhe von 18.695 in der Branche „Handel mit und Reparatur von Kraftfahrzeugen“, sowie 1.600 in der Automobilindustrie gegenüber. Der Rest an positiven Effekten verteilt sich über alle Branchen.

Die Energieendnachfrage des Verkehrs vermindert sich um 10 %. Der Dieserverbrauch geht um 8 % zurück, der Verbrauch von Ottokraftstoffen dagegen um 26 %. Der Unterschied erklärt

sich vor allem dadurch, dass die höhere Verkehrsleistung von Bahn und Bussen den Dieserverbrauch anhebt. Die Mehrleistung der Bahn macht sich vor allem durch den Anstieg des Stromverbrauchs im Verkehrssektor um 12 % bemerkbar. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors reduzieren sich um 10,6 %, die der Stromerzeugung nehmen um 1,4 % zu. Die gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen vermindern sich um 2,9 % (siehe Abbildung 20).



— Business As Usual  
— Szenario 1  
-- Szenario 2  
— Szenario 3

**Abbildung 18**

Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt in Mrd. EUR in dem Szenario „Business-As-Usual“ sowie den Alternativszenarien 1, 2 und 3

**Abbildung 19**

Die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung in 1000 Personen in dem Szenario „Business-As-Usual“ sowie den Alternativszenarien 1, 2 und 3

**Abbildung 20**

Die gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in Millionen Tonnen in dem Szenario „Business-As-Usual“ sowie den Alternativszenarien 1, 2 und 3

## 4.2.2

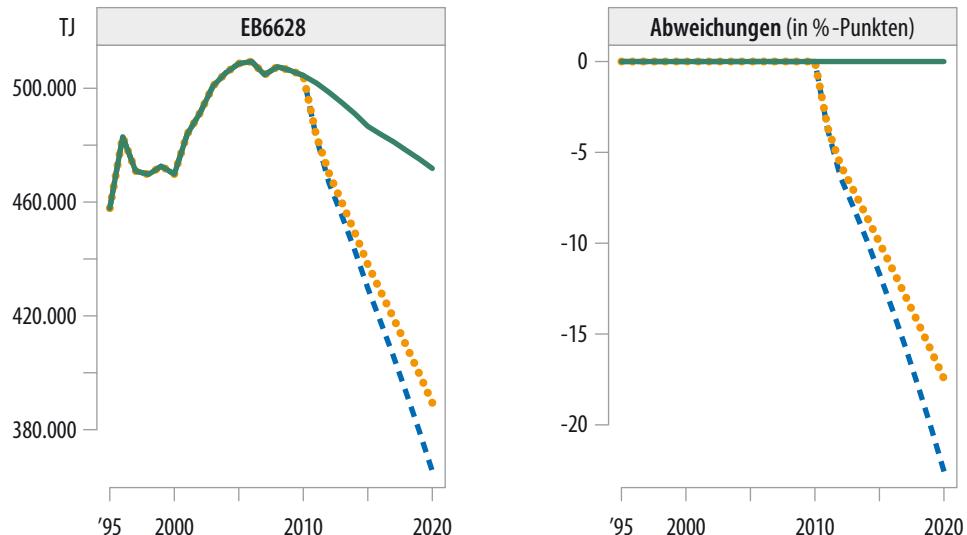
### Die Wirkungen insgesamt in der milden und der starken Variante

Der Stromverbrauch der Privaten Haushalte ist vor allem durch die Nutzung der Haushaltsgeräte bestimmt. Insgesamt vermindert sich der Stromverbrauch der Privaten Haushalte gegenüber dem Business-As-Usual-Szenario in der starken Variante um 22,5 % und in der milden Variante um 17,5 % (vgl. **Abbildung 21**).



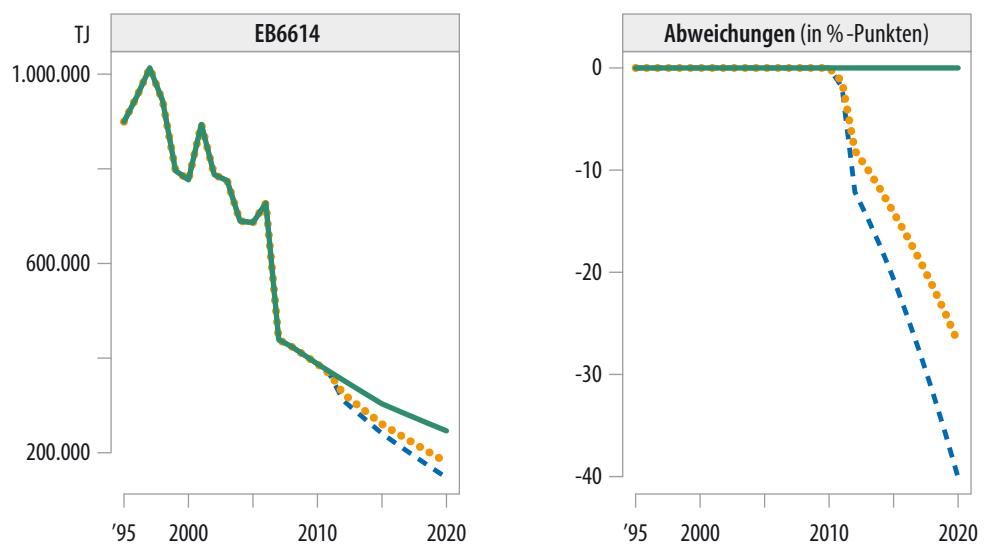
**Abbildung 21**

Die Entwicklung des Stromverbrauchs der Privaten Haushalte in der milden und der starken Variante in TJ



**Abbildung 22**

Die Entwicklung des Verbrauchs leichten Heizöls der Privaten Haushalte in der milden und der starken Variante in TJ

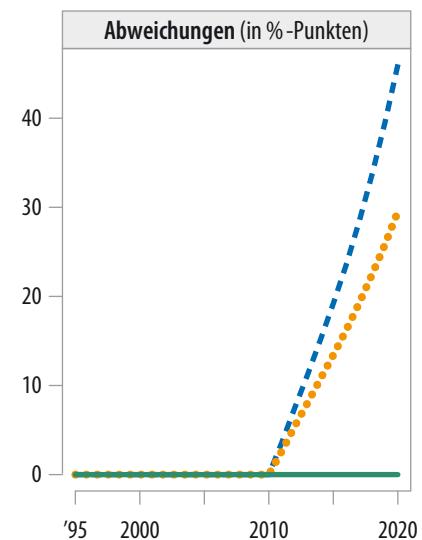
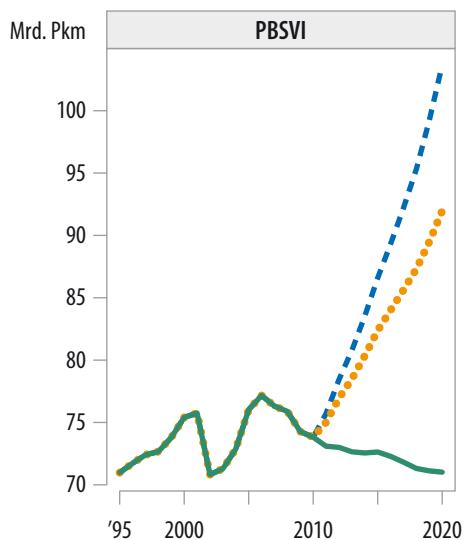
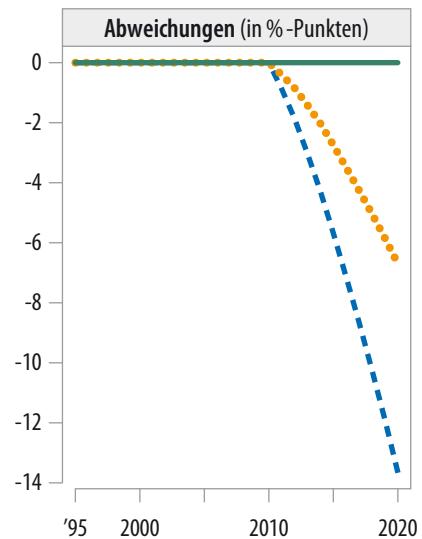
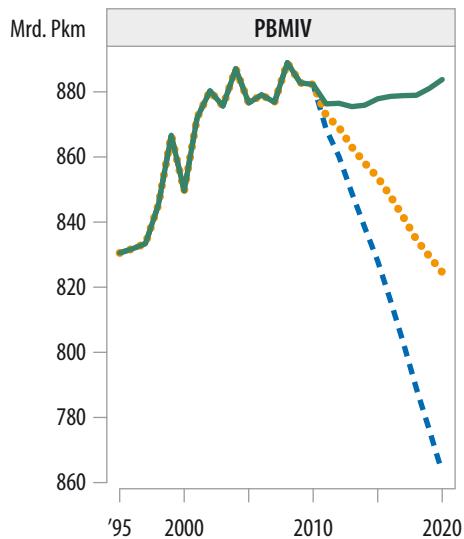
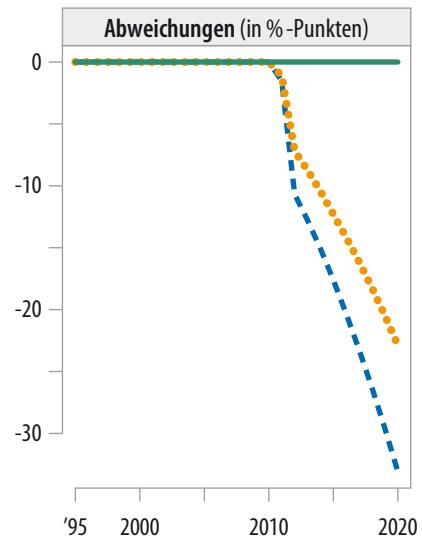
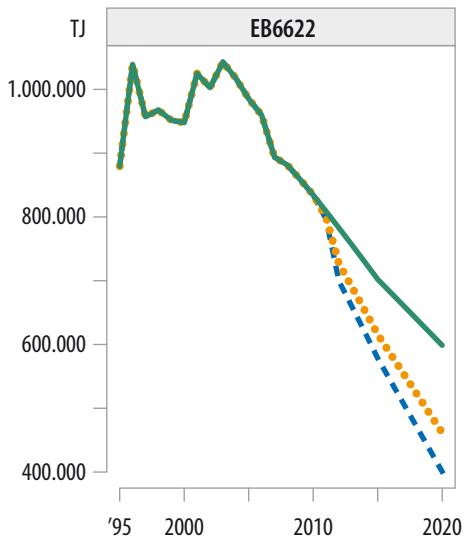


Die Sanierungsmaßnahmen der Wohnungen, die Verbesserung des Heizkesselbestandes, die Absenkung der Raumtemperatur und der Einsatz von Solarkollektoren reduzieren den Verbrauch leichten Heizöls in der milden Variante um 26,9 % und in der starken Variante um 40,1 % (vgl. **Abbildung 22**). Der Verbrauch von Erdgas geht bei den Privaten Haushalten in der milden Variante um 22,9 % und in der starken Variante um 33 % zurück (vgl. **Abbildung 23**).

Um zu einer ganzheitlichen Betrachtung der durch private Haushalte verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu gelangen muss allerdings beachtet werden, dass durch den privaten Verkehr entstehende Emissionen gesondert im Verkehrssektor erfasst werden. Die Verhaltensänderungen bei der Mobilität der Haushalte führen zu einer Verminderung des Motorisierten Individualverkehrs von 6,7 % (mild) bzw. 13,7 % (stark). Das bedeutet, dass in der milden Variante das Niveau des Jahres 1995 wieder erreicht wird (vgl. **Abbildung 24**).

Für den Schienenverkehr ergibt sich ein Zuwachs von 30 % (mild) bzw. 46 % (stark) (vgl. **Abbildung 25**), und der Öffentliche Personenstraßenverkehr erreicht einen Zuwachs von 31 % (mild) bzw. 44 % (stark) (vgl. **Abbildung 26**).

— Business As Usual  
··· milde Variante  
--- starke Variante



**Abbildung 23**

Die Entwicklung des Verbrauchs von Erdgas bei den Privaten Haushalten in der milden und der starken Variante in TJ

**Abbildung 24**

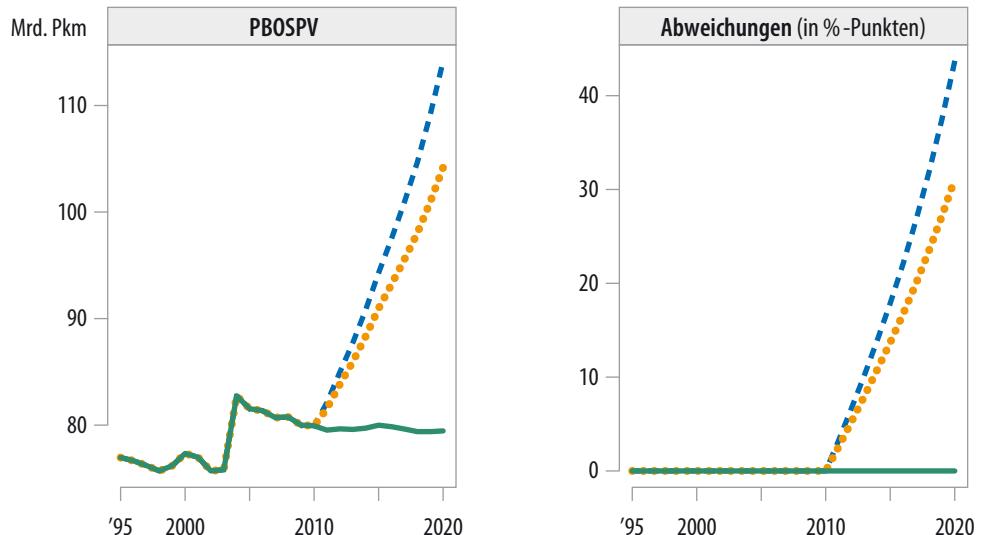
Die Entwicklung des Motorisierten Individualverkehrs in der milden und der starken Variante in Milliarden Personenkilometer

**Abbildung 25**

Die Entwicklung des Schienenverkehrs in der milden und der starken Variante in Milliarden Personenkilometer



**Abbildung 26**  
Die Entwicklung des Öffentlichen Personenstraßenverkehrs in der milden und der starken Variante in Milliarden Personenkilometer

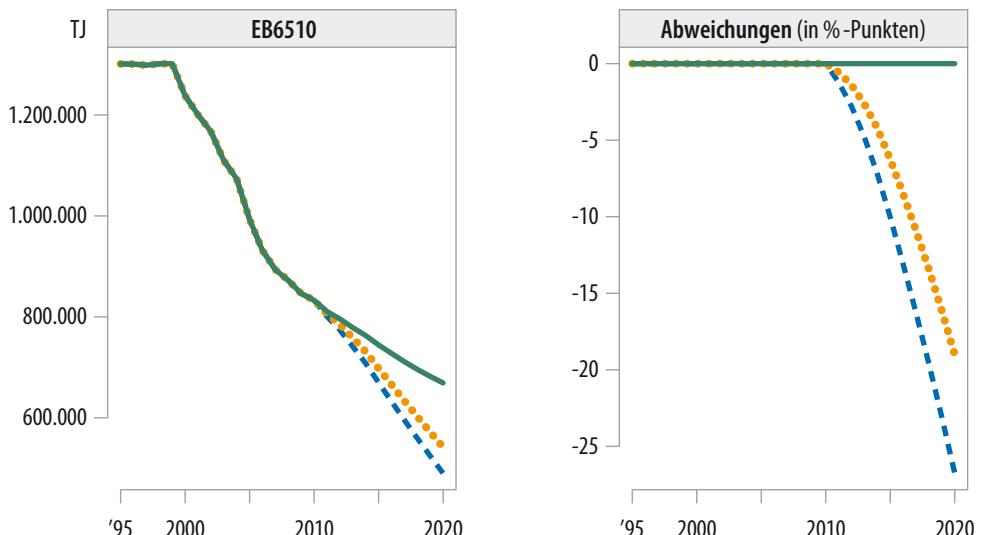


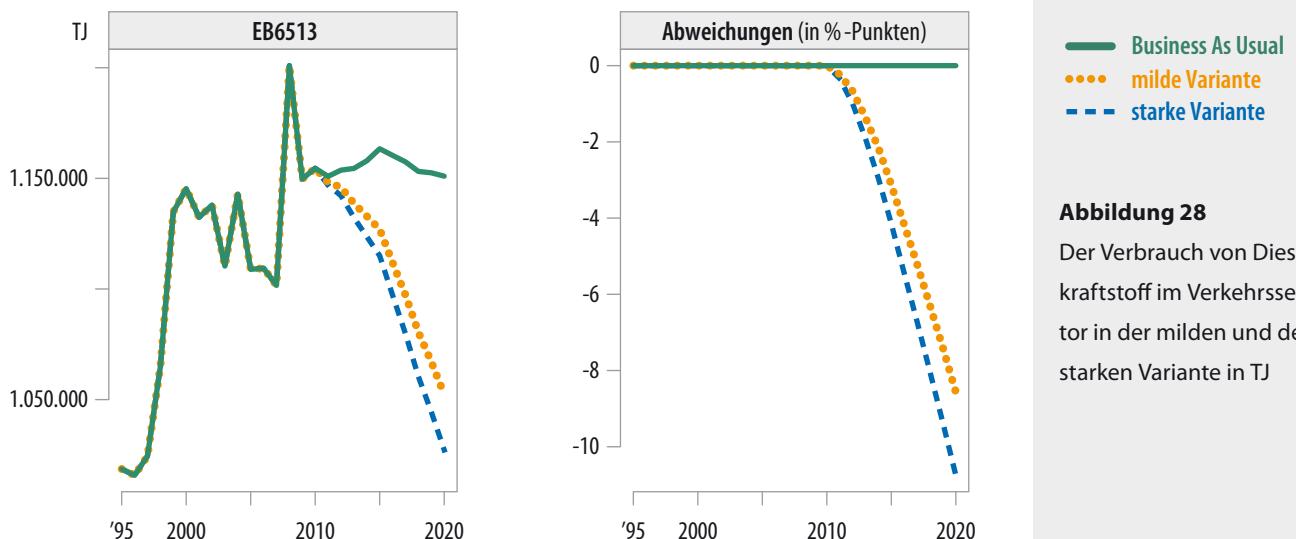
Trotz dieser erheblichen Veränderungen bleibt der Motorisierte Individualverkehr der mit weitem Abstand wichtigste Verkehrsträger. Die Minderung von 120 Mrd. Personenkilometer (starke Variante) wird mit 56 Mrd. Personenkilometer im Stadtverkehr durch mehr Radfahren erreicht, die weiteren 64 Mrd. Personenkilometer erhöhen zu gleichen Teilen die Verkehrsleistung im Schienenverkehr und im öffentlichen Straßenverkehr.

Der Verbrauch von Ottokraftstoffen reduziert sich um 19,0 % (mild) bzw. 26,8 % (stark) (vgl. **Abbildung 27**). Der Dieselverbrauch vermindert sich um 8,6 bzw. 10,8 %. (vgl. **Abbildung 28**). Diese im Vergleich zum Ottokraftstoff deutlich geringere Minderung erklärt sich durch die Mehrnachfrage des Öffentlichen Straßenverkehrs und auch des Schienenverkehrs nach Diesel. Der Stromverbrauch nimmt im Verkehrssektor durch die höhere Verkehrsleistung des Schienenverkehrs um 8,4 % bzw. 12,7 % zu (vgl. **Abbildung 29**).

Der Energieverbrauch der Haushalte geht insgesamt um 15,6 % bzw. 22 % zurück (vgl. **Abbildung 30**). Der Energieverbrauch des Verkehrssektors mindert sich um 8,3 % bzw. 11,2 %.

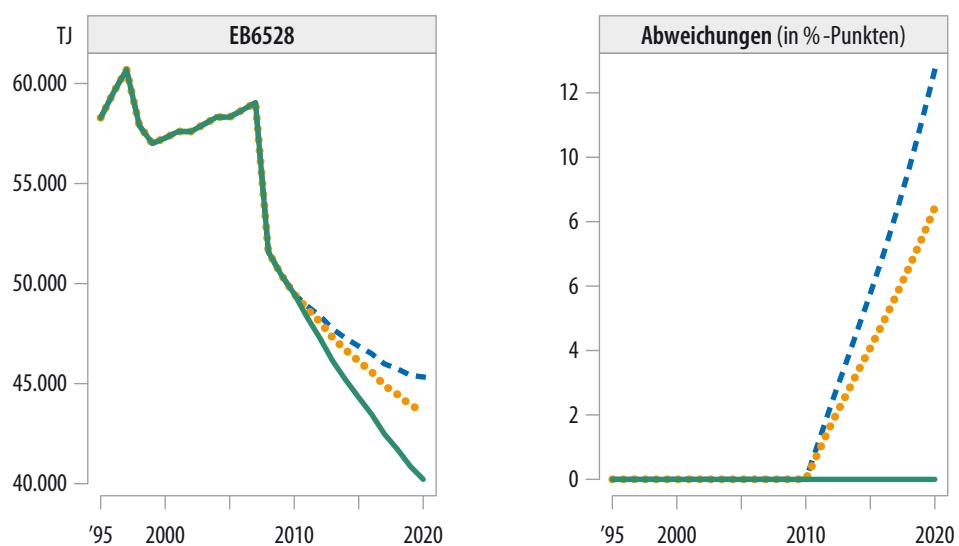
**Abbildung 27**  
Der Verbrauch von Ottokraftstoff im Verkehrssektor in der milden und der starken Variante in TJ





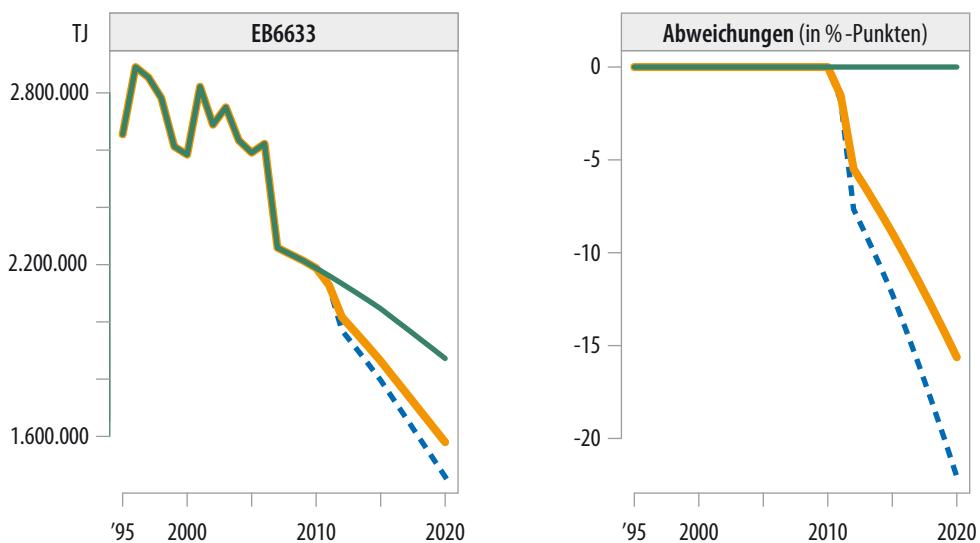
**Abbildung 28**

Der Verbrauch von Dieselmotorstoff im Verkehrssektor in der milden und der starken Variante in TJ



**Abbildung 29**

Der Stromverbrauch im Verkehrssektor in der milden und der starken Variante in TJ



**Abbildung 30**

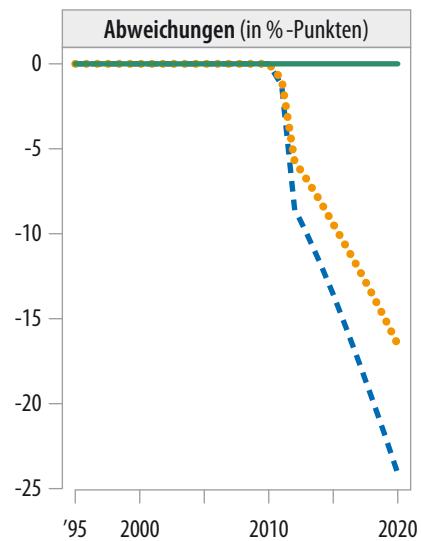
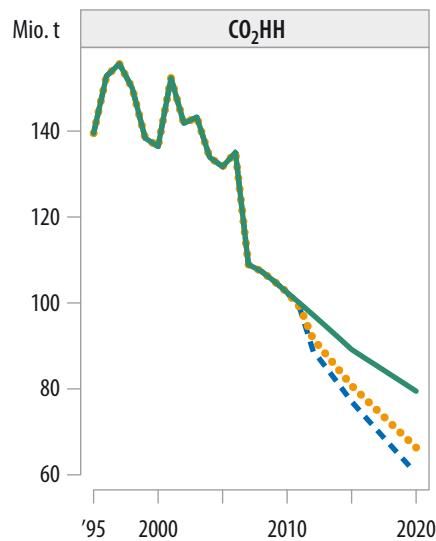
Der Energieverbrauch insgesamt der Haushalte in der milden und der starken Variante in TJ

- Business As Usual
- milde Variante
- - - starke Variante

Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Haushalte folgt daraus ein Rückgang um 16,5 % bzw. 24 % (vgl. **Abbildung 31**), die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors reduzieren sich um 8,9 % bzw. 12 %, (vgl. **Abbildung 32**).

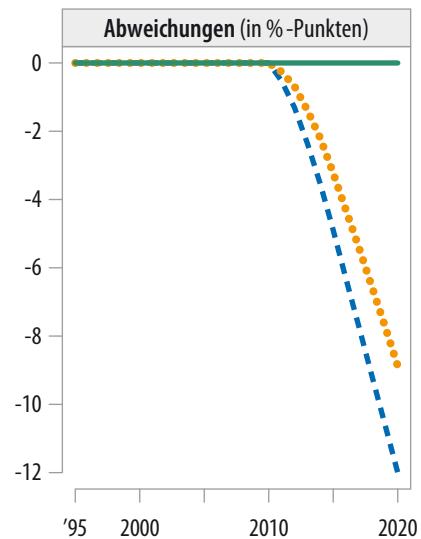
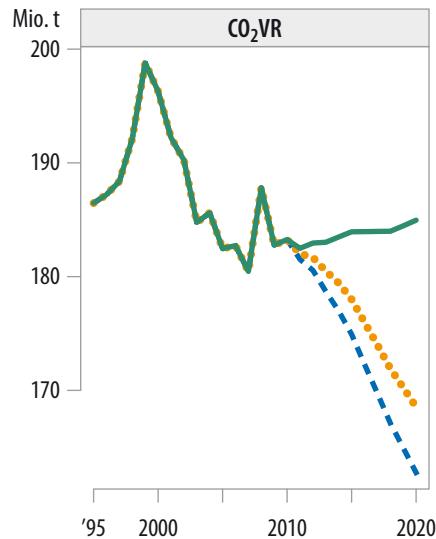
**Abbildung 31**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Haushalte in der milden und der starken Variante in Millionen Tonnen



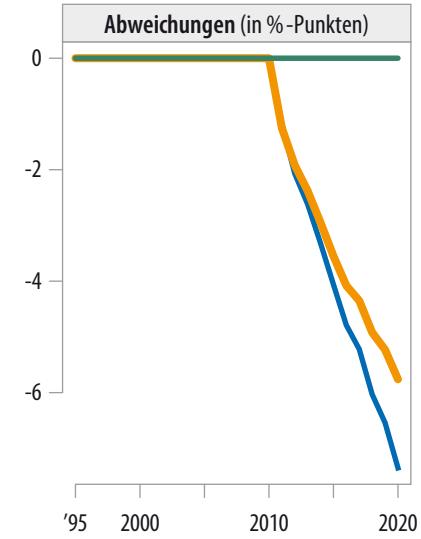
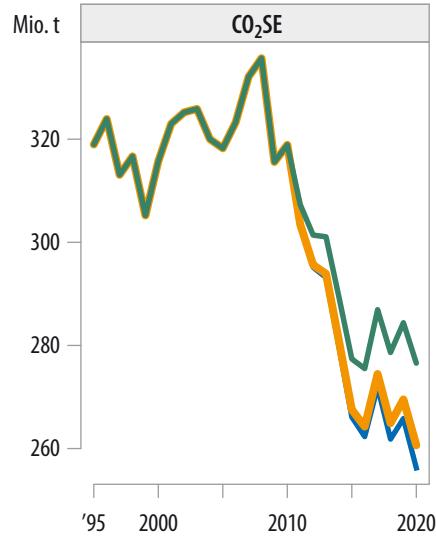
**Abbildung 32**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors in der milden und der starken Variante in Millionen Tonnen



**Abbildung 33**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung in der milden und der starken Variante in Millionen Tonnen



Da der Stromverbrauch weder bei den Haushalten noch im Verkehrssektor, sondern bei der Stromerzeugung zu Emissionen führt, muss zur Vervollständigung des Bildes auch dieser Sektor betrachtet werden. Im Jahre 2020 vermindert sich die Stromerzeugung um 106.412 TJ, während der Mehreinsatz von Strom im Verkehrssektor nur 5116 TJ ausmacht. Folglich geht die Nachfrage der Haushalte nach Strom insgesamt deutlich zurück. Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung ergibt sich eine Minderung von 5,8 % bzw. 7,3 % (vgl. **Abbildung 33**).

**Tabelle 2** gibt einen zusammenfassenden Überblick über die absoluten Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Es zeigt sich, dass die Bereiche Verkehr, Haushalte, Stromerzeugung zu etwa gleichen Teilen an der gesamten Minderung von 63,6 Millionen Tonnen beteiligt sind. Bezogen auf das Niveau der Emissionen im Jahr 2020 im Business-As-Usual-Szenario ist dies eine Einsparung von 8,7 %. In der milden Variante sind es auch noch 6,4 %.

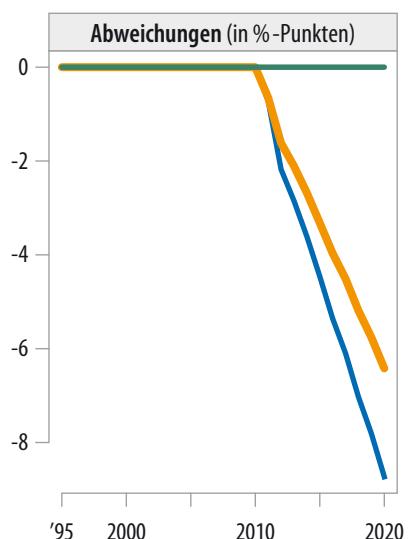
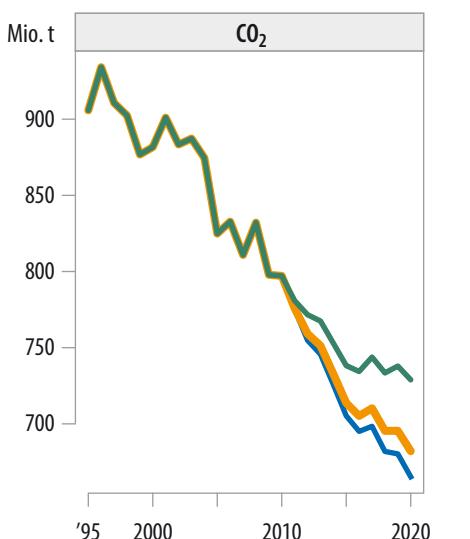
BEDARFSFELD	STARKE VARIANTE	MILDE VARIANTE
<b>Verkehr</b>	-22,2	-16,4
<b>Haushalte</b>	-19,2	-13,1
<b>Stromerzeugung</b>	-20,3	-15,9
<b>Sonstige</b>	-1,9	-1,4
<b>SUMME</b>	<b>-63,6</b>	<b>-46,8</b>

**Tabelle 2**

Absolute Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Millionen Tonnen gegenüber dem Business-As-Usual-Szenario im Jahre 2020

**Abbildung 34** zeigt die Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Fernreisen der Deutschen finden in dieser Bilanz keine Berücksichtigung, weil die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Ausland stattfinden. Gleichwohl sind sie bei unserer Fragestellung von Interesse, denn Fernreisen stellen eine durchaus einschränkbare Konsumaktivität mit hohen Emissionen dar. Deshalb soll hier quasi „nachrichtlich“ kurz abgeschätzt werden, welche CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale bei den Fernreisen gegeben sind.

Mit Schallaböck (2008) unterstellen wir, dass die Zuwachsrate der Fernreisen sich bis 2020 auf 5 % pro Jahr abschwächt. Ferner sei angenommen, dass der Anteil der Privatreisen der Deut-



**Abbildung 34**

Die gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der milden und der starken Variante in Millionen Tonnen

— Business As Usual  
··· milde Variante  
- - - starke Variante

schen an ihren Fernreisen derselbe ist wie heute und dass der Energieverbrauch im Luftverkehr pro Personenkilometer sich pro Jahr um 1,5 % vermindert. Für die privaten Flugfernreisen privater deutscher Haushalte errechnet sich dann ein Volumen von 26 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen, was 3,7 % der gesamtdeutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen im Business-As-Usual-Szenario entspricht. Im Jahre 2007 waren es nur 16,7 Millionen Tonnen oder 2 % der gesamtdeutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Wenn wir uns vorstellen, die Privaten Haushalte würden bis 2020 nur noch die Hälfte der Personenkilometer auf privaten Fernflugreisen konsumieren, die sie gemäß Business-As-Usual-Szenario in 2020 planen werden, ergibt sich eine Minderung von 13 Millionen Tonnen oder 1,8 % in Relation zu den gesamtdeutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

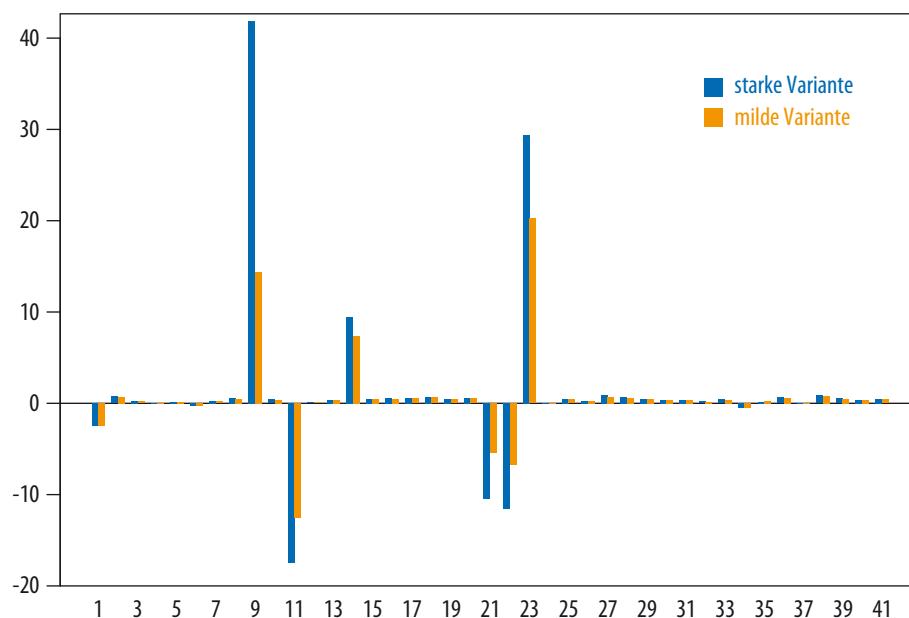
Die unterstellten Verhaltensänderungen haben einen erheblichen Einfluss auf die Konsumausgaben der Privaten Haushalte. Die Ausgaben für Mietzahlungen sind im Jahr 2020 in der starken Variante um ca. 1 Mrd. EUR höher als im Business-As-Usual-Szenario, die Ausgaben für die Instandhaltung der Wohnung (Konsumverwendungszweck 9 in Abb. 35) um 4 Mrd. EUR, die Ausgaben für Haushaltsgeräte (Nr. 14 in Abb. 35) um 1,2 Mrd. EUR, die Ausgaben für Verkehrsdiestleistungen (Nr. 23 in Abb. 35) gar um 12 Mrd. EUR. Dem stehen aber Ausgabenminderungen für Nahrungsmittel (Nr. 1 in Abb. 35) in Höhe von 3,8 Mrd. EUR, für Strom, Gas und andere Brennstoffe (Nr. 11 in Abb. 35) von 10,8 Mrd. EUR, für PKW Käufe (Nr. 21) in Höhe von 7,8 Mrd. EUR und für Waren und Dienstleistungen für den Betrieb von Fahrzeugen (Nr. 22 in Abb. 35) in Höhe von 10,3 Mrd. EUR gegenüber. **Abbildung 35** stellt die relativen Abweichungen für alle 41 Konsumverwendungszwecke für das Jahr 2020 gegenüber dem Business-As-Usual-Szenario dar.

Der gesamtwirtschaftliche Konsum vermindert sich um 11,5 Mrd. EUR, die Bauinvestitionen liegen im Jahr 2020 um 8,5 Mrd. EUR, die Ausrüstungen um 0,7 Mrd. EUR und die Exporte um 1,2 Mrd. über der Referenz. Die Importe liegen vor allem wegen der geringeren Öl- und Gasimporte um 2,8 Mrd. EUR unter der Referenz. Per Saldo ergibt sich eine Zunahme des Bruttoinlandsprodukts von 1,7 Mrd. EUR. **Abbildung 36** zeigt die Entwicklung des **preisbereinigten** Bruttoinlandsprodukts.

**Abbildung 35**

Die relativen Abweichungen der einzelnen Konsumverwendungszwecke in der milden und der starken Variante vom Business-As-Usual-Szenario im Jahr 2020

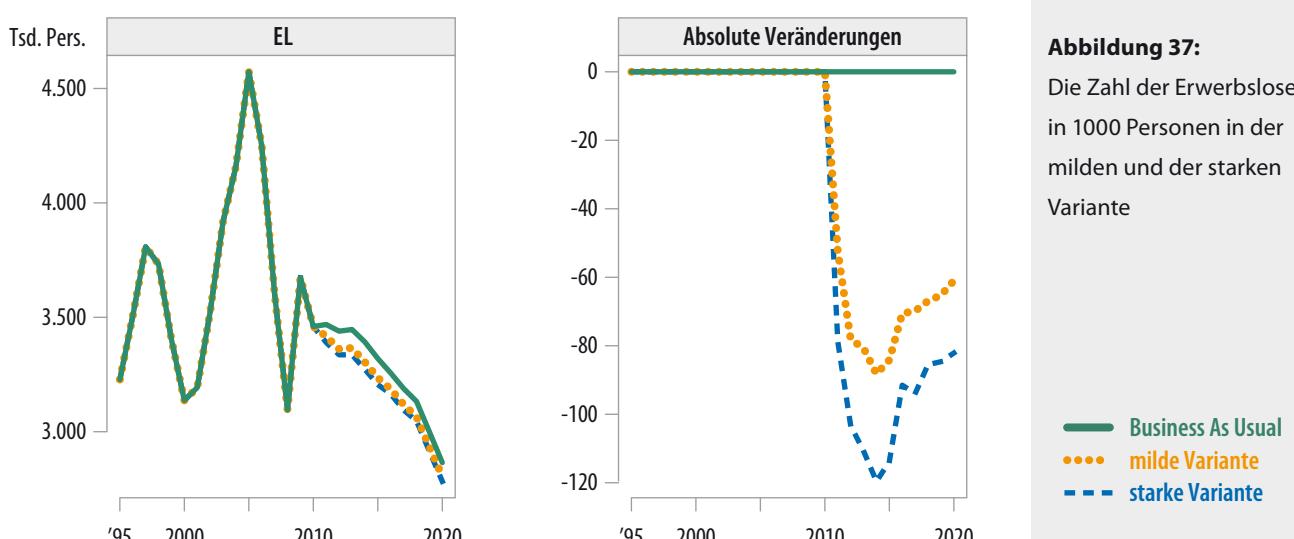
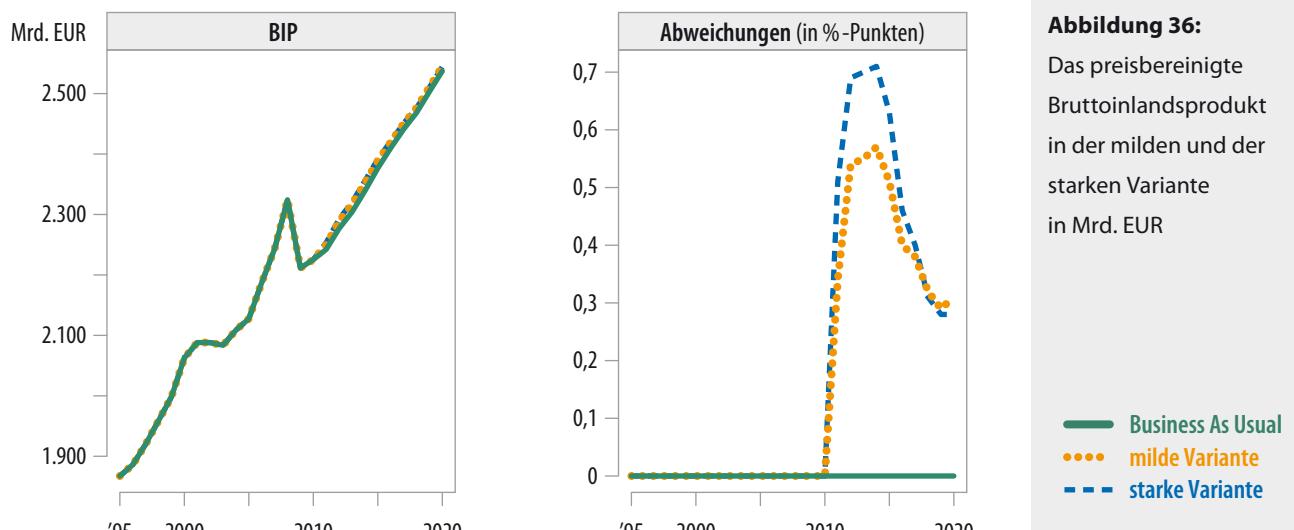
cpvn – Abweichungen vom Business-As-Usual-Szenario im Jahr 2020 (in %)



Die Beschäftigung liegt in der starken Variante um 130.000 Personen über der Referenz. Die Zuwächse werden vor allem im Baugewerbe (51.680), im Landverkehr (64.826), bei den Unternehmensdienstleistern (10.625) erzielt. Dem gegenüber stehen Verluste im Ernährungsgewerbe (-3.383), bei der Herstellung von Kraftwagen (-959) sowie bei Handel und Instandhaltung von Kraftfahrzeugen (-18.644). Die höhere Beschäftigung setzt Reserven des Arbeitsangebots in Höhe von 47.859 Personen frei, so dass die Erwerbslosigkeit sich um 82.121 Personen vermindert (vgl. **Abbildung 37**).

Die höhere Beschäftigung erklärt den Anstieg des Verfügbaren Einkommens der Privaten Haushalte um 3,3 Mrd. EUR in der starken Variante. Wegen des leicht rückläufigen Privaten Konsums ergibt sich eine zusätzliche Ersparnis der Privaten Haushalte von knapp 15 Mrd. EUR.

Der Staat hat Mindereinnahmen durch den Ausfall bei den Energiesteuern, die durch höhere Einkommens- und Vermögenssteuern nicht kompensiert werden können. Der Finanzierungssaldo des Staates verschlechtert sich um 4 Mrd. EUR.



# 5

# SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen haben gezeigt, dass eine allein durch intrinsische Motivation getriebene Verhaltensänderung der Privaten Haushalte hin zu einem nachhaltigeren Konsum beträchtliche Reduktionen der CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielen kann. Bemerkenswert ist dabei, dass dies nicht bedeutet, dass der Konsument auf Mobilität und komfortables Wohnen verzichten muss. Auch das Einkommens- und allgemeine Konsumniveau erleiden keine Einbußen. Lediglich die Organisation unserer Mobilität und des Wohnens muss sich ändern. Generell kann festgestellt werden, dass Investitionen in die Verkehrssysteme und Wohnungen die Energieeffizienz des Konsums deutlich steigern. Bis zu 63,6 Millionen Tonnen oder 8,7% der gesamtwirtschaftlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Referenzentwicklung können in Deutschland vermieden werden.

Wir haben im Rahmen der Studie im Kern CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland betrachtet, aber wir verursachen im Urlaub häufig beträchtliche CO<sub>2</sub>-Emissionen im Ausland. Wenn wir z. B. unsere privaten Flugreisen in das ferne Ausland im Hinblick auf die Flugkilometer gegenüber dem Business-As-Usual bis 2020 halbieren würden – was ja nicht einmal unbedingt heißt, dass wir die Anzahl der Urlaube im Ausland vermindern müssen – könnten im Jahre 2020 im Ausland weitere ca. 13 Millionen Tonnen oder bezogen auf die gesamtdeutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen 1,8% vermieden werden. Der Zuwachs an CO<sub>2</sub>-Emissionen von 2007 bis 2020 wird im Business-As-Usual-Szenario schon 9,7 Millionen Tonnen betragen. Diese Zahlen machen aber auch deutlich, dass der internationale durch Tourismus ausgelöste Flugverkehr unbedingt in die Betrachtung hinein gehört, denn die CO<sub>2</sub>-Emissionen nehmen dort trotz erheblicher Effizienzsteigerungen kräftig zu.

Es ist eingangs bereits betont worden, dass bei der Auswahl der betrachteten Verhaltensänderungen eine gewisse Willkür nicht vermieden werden kann, weil „der“ nachhaltige Konsum nicht definierbar ist. In den Bereichen „Bauen und Wohnen“ und „Mobilität“ haben wir sicherlich die in der öffentlichen Diskussion wichtigen Themen diskutiert. Im Bereich „Ernährung“ bleiben dagegen noch viele Fragen offen. Dies liegt vor allem an der Grundkonzeption des verwendeten Modells PANTA RHEI, das den Ernährungsbereich in drei (Landwirtschaft, Fischerei und Fischzucht, Ernährungsgewerbe) von insgesamt 59 Branchen so abbildet, wie dies die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen erlauben. Dabei fehlt es dann natürlich an den sektorspezifischen Größen wie Viehbestände und ähnliches, die für die Beeinträchtigung der Umwelt wichtig sind. Auch bei den Schadstoffemissionen sind andere Indikatoren wie Methanemissionen und Beeinträchtigungen der Gewässer- und Bodenqualität von Bedeutung.

Unsere Analyse ist letztlich eine sehr vorsichtige Abschätzung der Effekte eines nachhaltigeren Konsums, denn wir unterstellen, dass gegenüber der Referenz keine Beschleunigung des technischen Wandels stattfinden wird. Es erscheint aber als sehr wahrscheinlich, dass die im Wettbewerb stehenden Unternehmen auf die Änderung des Verbraucherverhaltens mit einer Beschleunigung der Entwicklung energieeffizienterer Produkte reagieren werden und auch die Technik ihrer Produktionsprozesse verbessern.

Das Fazit muss also heißen: Die Zivilgesellschaft hat es selbst in der Hand, die Weichen für eine nachhaltigere Zukunft zu stellen. Gerade nach dem Scheitern der mit großen Hoffnungen erwarteten Klimakonferenz von Kopenhagen ist dies eine wichtige Botschaft. Die Politik sollte erkennen, dass eine Unterstützung der Konsumenten durch Information und Aufklärung sehr viel intensiver betrieben werden sollte. Dabei kommt der Kennzeichnung von Produkten hinsichtlich ihrer ökologischen Eigenschaften größte Bedeutung zu, damit die Konsumenten die richtige Entscheidung treffen können.

## Literatur

- Almon, C. (1991): The INFORUM Approach to Interindustry Modeling. In: Economic Systems Research Vol. 3, pp. 1-7.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (2008): Verkehr in Zahlen 2008/2009. Hamburg.
- Bundesverband CarSharing e.V. (2008) (Hrsg.): Klimaschutz durch CarSharing. Daten und Fakten zur klimawirksamen CO<sub>2</sub>-Einsparung durch die integrierte Mobilitätsdienstleistung CarSharing. Hannover. Zugriff unter :  
[http://www.carsharing.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=185&Itemid=121](http://www.carsharing.de/index.php?option=com_content&task=view&id=185&Itemid=121)
- Bundesverband CarSharing e.V. (2009): Jahresbericht des bsc 2008/2009. Zugriff unter: [http://www.carsharing.de/index.php?option=com\\_content&task=view&id=243&Itemid=121](http://www.carsharing.de/index.php?option=com_content&task=view&id=243&Itemid=121) (17.11.09).
- Coenen, R., Grunwald, A. (2003): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analyse und Lösungsstrategien. Edition Sigma, Berlin.
- Distelkamp, M., Hohmann, F., Lutz, C., Meyer, B. & Wolter, M. I. (2003): PANTA RHEI V: Modell-darstellung und Prognose der CO<sub>2</sub>-Emissionen. GWS Discussion Paper 2003/1, Osnabrück.
- Frohn, J., Leuchtmann, U., Kräussl, R (1998): Fünf makroökonometrische Modelle zur Erfassung der Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen – eine vergleichende Betrachtung. Band 7 der Schriftenreihe „Beiträge zu den umweltökonomischen Gesamtrechnungen“, Wiesbaden.
- Grünwald, R., Oertel, D., Paschen, H. (2002): Maßnahmen für eine Nachhaltige Energieversorgung im Bereich Mobilität – Sachstandsbericht. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB). TAB-Arbeitsbericht Nr. 79.
- Keimel, H., Berghof, J., Klann, U. (2004): Nachhaltige Mobilität integrativ betrachtet. Edition Sigma, Berlin.
- Keohane, R., Victor, D. (2010): The Regime Complex for Climate Change. The Harvard Project on International Climate Agreements. Discussion Paper 10-33.
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. & Edler, D. (2008): Renewable Energy and Employment in Germany. Energy Policy, 36, pp. 108-117,
- Lutz, C., Meyer, B., Schleich, J. & Walz, R. (2005): Policy Impacts on Macroeconomic Sustainability Indicators when Technical Change is Endogenous. In: Horbach, J. (ed.): Indicator Systems for Sustainable Innovation, Heidelberg, pp. 95-106.
- Lutz, C., Meyer, B. & Wolter, M.I. (2010): The Global Multisector/Multicountry 3E-Model GIN-FORS. A Description of the Model and a Baseline Forecast for Global Energy Demand and CO<sub>2</sub>-Emissions. International Journal of Global Environmental Issues, 10(1-2), pp. 25-45.
- Manders, T., Veenendaal, P (2008): Border Tax Adjustments and the EU ETS, CPB, Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. The Hague.

- Meyer, B., Distelkamp, M. & Wolter, M.I. (2007): Material Efficiency and Economic-Environmental Sustainability. Results of Simulations for Germany with the Model PANTA RHEI. *Ecological Economics*, 63(1), pp. 192-200.
- Meyer, B., Bockermann, A., Ewerhart, G. & Lutz, C. (1999): Marktkonforme Umweltpolitik: Wirkungen auf Luftschatstoffemissionen, Wachstum und Struktur der Wirtschaft. Reihe: Umwelt und Ökonomie 28, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Meyer, B. & Uno, K. (1999): COMPASS: Ein globales Energie-Wirtschaftsmodell. ifo-Studien, 45, S. 703-718.
- Meyer, B. (2005): The Economic-Environmental model PANTA RHEI and its application. Paper presented at the Congress „Environment and Science – Concepts and Strategic Goals for the Future“, April 9-11, 2005, Tokyo.
- Nitsch, J., Wenzel, B. (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Leitszenario 2009. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin.
- Pehnt, M., Lutz, C., Seefeldt, F., Schlomann, B., Wünsch, M., Lehr, U., Lambrecht, U., Fleiter, T. (2009a): Kurzstudie zu Energieeffizienz, Wachstum und Beschäftigung. Analyse der Potenziale und volkswirtschaftlichen Effekte einer ambitionierten Effizienzstrategie für Deutschland. Bericht im Rahmen des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“. Berlin.
- Pehnt, M., Lutz, C., Seefeldt, F., Schlomann, B., Wünsch, M., Lehr, U., Lambrecht, U., Fleiter, T. (2009b): Klimaschutz, Energieeffizienz und Beschäftigung. Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland. Anhang: Dokumentation der Maßnahmen. Bericht im Rahmen des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“. Berlin.
- Schäfer, I. (2008): Was können wir tun? Klimaschutzmaßnahmen für Verbraucher. Zugriff auf der Homepage der Bundeszentrale für politische Bildung unter <http://www.bpb.de/themen>.
- Schallaböck, K. (2008): Luftverkehrsstudie 2007: Im Steigflug in die Klimakatastrophe? Endbericht des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt und Energie im Auftrag von BUND e.V., Bund Naturschutz in Bayern e.v. und Landtagsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN IN BAYERN. Wuppertal.
- Schnur, P., Zika, G. (2007): Arbeitskräftebedarf bis 2025. Die Grenzen der Expansion. IAB Kurzbericht. Ausgabe 26/21. 12. 2007.
- Schnur, P., Zika, G. (Hrsg.) (2009): Das IAB/INFORGE-Modell. Ein sektorales makroökonomisches Projektions- und Simulationsmodell zur Vorausschätzung des längerfristigen Arbeitskräftebedarfs. IAB-Bibliothek 318. W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.
- Spangenberg, J. H. (Hrsg.) (2003): Vision 2020. Arbeit, Umwelt, Gerechtigkeit – Strategien für ein zukunftsfähiges Deutschland. Ökom Verlag, München.

Statistisches Bundesamt (2007): CO<sub>2</sub>-Emissionen – Ursachen in Entstehung, Verbrauch und Verwendung. Zugriff unter [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Umwelt/2007\\_12/PDF2007\\_12.property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Umwelt/2007_12/PDF2007_12.property=file.pdf)

Quack, D. (2008): Szenarien Nachhaltiger Konsum 2020. Arbeitspaket I im Projekt EcoTopTen Klimaschutz durch ökoeffizienten Konsum. Studie des Ökoinstituts. Freiburg.

UBA (Umweltbundesamt) (2003): CO<sub>2</sub>-Minderung im Verkehr. Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes. Berlin.

UBA (Umweltbundesamt) (2009): Sprit sparen und Mobil sein. Februar 2009, 2. überarbeitete Auflage. Zugriff unter: <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3705>.



Die vorliegende Studie soll die Frage beantworten, was die Zivilgesellschaft zur Problemlösung mit Verhaltensänderungen durch Einsicht in die Notwendigkeit, nicht also durch den Einsatz politischer Instrumente, beitragen kann. Gerade nach dem Scheitern der mit großen Hoffnungen erwarteten Klimakonferenz in Kopenhagen ist dies eine wichtige Botschaft.

Die Politik muss erkennen, dass eine Unterstützung der Konsumenten durch Information und Aufklärung sehr viel intensiver betrieben werden sollte. Dabei kommt der Kennzeichnung von Produkten hinsichtlich ihrer ökologischen Eigenschaften größte Bedeutung zu, damit die Konsumenten die richtige Entscheidung treffen können.

BERND MEYER ist Professor für Volkswirtschaftslehre an der Universität Osnabrück und Wissenschaftlicher Leiter der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS mbH).

MARK MEYER hat Volkswirtschaftslehre mit Schwerpunkten in den Bereichen empirische Wirtschaftsforschung, Statistik und Ökonometrie studiert. Seit August 2008 verstärkt er als Experte für ökonometrische Zeitreihenanalysen das Forschungsteam der GWS.

INES MEYER ZU HOLTE hat Sozialwissenschaften studiert mit den Schwerpunkten Land- und Regionalsoziologie. Seit 2009 ergänzt sie das Forschungsteam der GWS. Ihr Interesse liegt in der sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeitsforschung.



## Kontakt

Bildungsinitiative **Mut zur Nachhaltigkeit**  
c/o Europäische Akademie Otzenhausen gGmbH  
Europahausstraße 35  
66620 Nonnweiler

Tel. 06873 662-263  
Fax 06873 662-350  
[info@mut-zur-nachhaltigkeit.de](mailto:info@mut-zur-nachhaltigkeit.de)  
[www.mut-zur-nachhaltigkeit.de](http://www.mut-zur-nachhaltigkeit.de)