

Schätzung der Wirkung umweltpolitischer Maßnahmen im Verkehrssektor unter Nutzung der Datenbasis der Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes

Martin Distelkamp, Christian Lutz, Bernd Meyer & Marc Ingo Wolter

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) mbH

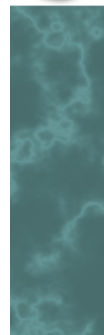
Weissenburger Straße 4, D-49076 Osnabrück

Tel.: +49 (541) 40933-0

Fax: +49 (541) 40933-11

Email: lutz@gws-os.de, meyer@gws-os.de

Internet: www.gws-os.de

The logo consists of the letters 'g', 'W', and 'S' stacked vertically. The 'g' is at the top, 'W' in the middle, and 'S' at the bottom. They are rendered in a 3D, metallic teal color with a slight shadow effect.

Vorbemerkung: Der vorliegende Beitrag „Schätzung der Wirkung umweltpolitischer Maßnahmen im Verkehrssektor unter Nutzung der Datenbasis der Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes“ enthält den Endbericht eines Forschungsauftrages für das Umweltbundesamt.

Osnabrück, im Dezember 2004

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Abbildungsverzeichnis..... | VI |
| Tabellenverzeichnis | X |
| Vorwort | 0 |
| 1 Einleitung | 1 |
| 2 Modell PANTA RHEI VI..... | 2 |
| 2.1 Überblick | 2 |
| 2.1.1 Historie..... | 3 |
| 2.1.2 Modellphilosophie | 4 |
| 2.1.3 Modellstruktur | 6 |
| 2.2 Ökonomischer Kern..... | 9 |
| 2.2.1 Endnachfrage..... | 9 |
| 2.2.2 Vorleistungsnachfrage | 16 |
| 2.2.3 Inländische Produktion und Importe..... | 17 |
| 2.2.4 Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche | 18 |
| 2.2.5 Bruttowertschöpfung der Wirtschaftsbereiche und ihre Komponenten | 19 |
| 2.2.6 Arbeitsmarkt..... | 20 |
| 2.2.7 Zinsen..... | 22 |
| 2.2.8 Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen..... | 23 |
| 2.3 Energieverbrauch und Emissionen..... | 25 |
| 2.3.1 Unternehmen | 27 |
| 2.3.2 Private Haushalte | 30 |
| 2.3.3 Bestimmung der Luftschadstoffemissionen am Beispiel der CO ₂ -Emissionen | 32 |
| 3 Erweiterte Module von PANTA RHEI | 34 |
| 3.1 Verkehrsmodul..... | 35 |
| 3.1.1 Beförderungs- und Fahrleistungen | 36 |
| 3.1.2 Bestandsrechnungen | 41 |
| 3.1.3 Bestimmung des Treibstoffverbrauchs | 44 |
| 3.1.4 Streckenlängen sowie Starts und Landungen..... | 44 |
| 3.1.5 Bestimmung der Kfz-Steuer..... | 45 |
| 3.1.6 Pendlerpauschale | 46 |
| 3.2 Wohnungsmodul | 47 |
| 3.2.1 Wohnungsneubau und Bestand | 48 |
| 3.2.2 Eigenheimzulage | 50 |
| 3.3 Flächenmodul..... | 51 |
| 3.3.1 Siedlungsflächen..... | 52 |
| 3.3.2 Verkehrsflächen..... | 54 |
| 3.3.3 Übrige Flächennutzungen | 55 |
| 3.4 Modellierung der Nachhaltigkeitsindikatoren | 55 |
| 3.4.1 Verkehrsintensität Personenverkehr | 56 |
| 3.4.2 Verkehrsintensität Güterverkehr..... | 56 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.4.3 | Anteil der Bahn an der Güterbeförderungsleistung | 56 |
| 3.4.4 | Energieproduktivität | 56 |
| 3.4.5 | Treibhausgasemissionen | 56 |
| 3.4.6 | Luftschadstoffe | 57 |
| 3.4.7 | Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche..... | 57 |
| 3.4.8 | Nettoneuverschuldung | 57 |
| 3.4.9 | Investitionsquote..... | 57 |
| 3.4.10 | Bruttoinlandsprodukt pro Kopf | 57 |
| 3.4.11 | Erwerbstätigenquote | 58 |
| 4 | Basisprognose | 59 |
| 4.1 | Annahmen | 59 |
| 4.2 | Ergebnisse | 61 |
| 5 | Simulationsrechnungen | 68 |
| 5.1 | Simulation 1: Angleichung der Mineralölsteuer/Umgestaltung der Kfz-Steuer | 70 |
| 5.1.1 | Annahmen | 70 |
| 5.1.2 | Ergebnisse | 71 |
| 5.1.3 | Variante a: Höhere Abgänge von Altfahrzeugen in 2005..... | 74 |
| 5.1.4 | Variante b: Konstante Konsumausgaben in 2005..... | 75 |
| 5.2 | Simulation 2: Umgestaltung der Kfz-Steuer ab 2005..... | 76 |
| 5.3 | Simulation 3: Wegfall der Eigenheimzulage | 79 |
| 5.3.1 | Mittelverwendung Staatshaushalt | 79 |
| 5.3.2 | Mittelverwendung Sozialversicherung | 82 |
| 5.4 | Simulation 4: Wegfall der Pendlerpauschale | 84 |
| 5.4.1 | Mittelverwendung Staatshaushalt..... | 85 |
| 5.4.2 | Mittelverwendung Einkommensteuer..... | 89 |
| 5.4.3 | Modellierung der Pendlerpauschale als Einkommensteuerbestandteil..... | 90 |
| 5.5 | Simulation 5: Fortführung der Ökosteuer auf Benzin und Diesel..... | 91 |
| 5.6 | Simulation 6: Einführung einer Kerosinsteuer..... | 92 |
| 5.7 | Simulation 7: Änderungen der Mehrwertsteuersätze bei Bahn und Flugverkehr | 94 |
| 5.8 | Simulation 8: Kombination der Simulationen 6 und 7 | 95 |
| 5.9 | Anpassung der Lkw-Maut | 97 |
| 5.9.1 | Simulation 9a: Verdopplung der Lkw-Maut | 97 |
| 5.9.2 | Simulation 9c: Lkw-Maut: Schweizer Szenario..... | 100 |
| 6 | Vorschläge zur Verbesserung und Erweiterung der Gesamtrechnungsdatenbasis | 105 |
| 6.1 | Konzeptionelle Vorschläge | 105 |
| 6.1.1 | Das Gliederungskonzept | 105 |
| 6.1.2 | Inlandskonzept versus Inländerkonzept..... | 106 |
| 6.1.3 | Verknüpfung von Indikatoren und Gesamtrechnungssystem | 106 |
| 6.1.4 | Konsistenz der UGR Daten..... | 107 |
| 6.2 | Berichtsmodul Verkehr..... | 107 |

| | | |
|----------|------------------------|------------|
| 7 | Literatur | 110 |
|----------|------------------------|------------|

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|----|
| Abbildung 1: | Struktur des umweltökonomischen Modells PANTA RHEI | 2 |
| Abbildung 2: | Struktur des ökonomischen Kerns des Modells PANTA RHEI..... | 7 |
| Abbildung 3: | Wesentliche Einflussgrößen auf die Preisentwicklung | 8 |
| Abbildung 4: | Übergang von Herstellungs- zu Anschaffungspreisen..... | 8 |
| Abbildung 5: | Modellierung der Investitionen | 12 |
| Abbildung 6: | Modellierung des Arbeitsmarktes..... | 20 |
| Abbildung 7: | Modellierung des Kontensystems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen | 24 |
| Abbildung 8: | Die wichtigsten Matrizen für den Unternehmenssektor im Überblick..... | 26 |
| Abbildung 9: | Die wichtigsten Vektoren für den Haushaltsektor im Überblick | 26 |
| Abbildung 10: | Überblick Energie- und Emissionsmodul | 28 |
| Abbildung 11: | Erweiterte Module und wesentliche dafür in PANTA RHEI abgebildete Steuerungsinstrumente | 34 |
| Abbildung 12: | Verkehrsmodul im Überblick..... | 35 |
| Abbildung 13: | Datensystem der Güterbeförderungsleistungen..... | 37 |
| Abbildung 14: | Überlebenskurven für Pkw, Lkw und LNF..... | 41 |
| Abbildung 15: | Vintage-Modell der Fahrzeugbestände | 42 |
| Abbildung 16: | Überblick über das Datensystem der Fahrzeugbestände und der durchschnittlichen Fahrleistungen im Straßenverkehr | 43 |
| Abbildung 17: | Wohnungsmodul im Überblick | 48 |
| Abbildung 18: | Daten der Siedlungs- und Verkehrsfläche: Überblick über Variablenbezeichnungen und Zeilenangaben..... | 52 |
| Abbildung 19: | Modellierung des Flächenverbrauchs innerhalb des Modells PANTA RHEI | 53 |
| Abbildung 20: | Nachhaltigkeitsindikator: Verkehrsintensität Personenverkehr | 62 |
| Abbildung 21: | Nachhaltigkeitsindikator: Verkehrsintensität Güterverkehr | 62 |
| Abbildung 22: | Nachhaltigkeitsindikator: Anteil der Bahn an der Güterbeförderungsleistung | 63 |
| Abbildung 23: | Nachhaltigkeitsindikator: Energieproduktivität | 63 |
| Abbildung 24: | Nachhaltigkeitsindikator: Treibhausgasemissionen | 64 |
| Abbildung 25: | Nachhaltigkeitsindikator: Luftschadstoffe | 64 |
| Abbildung 26: | Nachhaltigkeitsindikator: Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche..... | 65 |
| Abbildung 27: | Nachhaltigkeitsindikator: Nettoneuverschuldung | 65 |
| Abbildung 28: | Nachhaltigkeitsindikator: Investitionsquote..... | 66 |
| Abbildung 29: | Nachhaltigkeitsindikator: Bruttoinlandsprodukt je Einwohner..... | 66 |
| Abbildung 30: | Nachhaltigkeitsindikator: Erwerbstätigenquote | 67 |
| Abbildung 31: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der privaten Haushalte | 71 |
| Abbildung 32: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung | 72 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 33: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die Beschäftigung in ausgewählten Bereichen..... | 72 |
| Abbildung 34: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf das Steueraufkommen..... | 73 |
| Abbildung 35: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf den Pkw-Bestand..... | 73 |
| Abbildung 36: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf den Treibstoffverbrauch der Pkw . | 74 |
| Abbildung 37: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer sowie höherer Abgänge von Altfahrzeugen in 2005 auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der Privaten Haushalte | 75 |
| Abbildung 38: | Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer sowie konstanter Konsumausgaben in 2005 auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der Privaten Haushalte..... | 76 |
| Abbildung 39: | Wirkungen einer Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der Privaten Haushalte..... | 78 |
| Abbildung 40: | Wirkungen einer Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die CO ₂ -Emissionen | 79 |
| Abbildung 41: | Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage auf Wohnungsbau, Bauinvestitionen und BIP | 80 |
| Abbildung 42: | Entwicklung der durch die Eigenheimzulage verursachten Vermögenstransfers des Staates in Mrd. €..... | 81 |
| Abbildung 43: | Wirkung des Wegfalls der Eigenheimzulage auf die Entwicklung der Staatsverschuldung..... | 81 |
| Abbildung 44: | Wirkung des Wegfalls der Eigenheimzulage auf die Siedlungs- und Verkehrsfläche | 82 |
| Abbildung 45: | Wirkung des Wegfalls der Eigenheimzulage auf die CO ₂ -Emissionen | 82 |
| Abbildung 46: | Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage bei Mittelverwendung Sozialversicherung auf Wohnungsbau, Bauinvestitionen und BIP | 83 |
| Abbildung 47: | Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage bei Mittelverwendung Sozialversicherung auf die Beschäftigung..... | 83 |
| Abbildung 48: | Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage bei Mittelverwendung Sozialversicherung auf die Staatsverschuldung ... | 84 |
| Abbildung 49: | Wirkung des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Personenbeförderungsleistung der Pkw | 86 |
| Abbildung 50: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Fahrleistungen pro Pkw und Jahr sowie die Neuzulassungen und Bestände der Pkw der Privaten Haushalte | 87 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 51: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Konsumnachfrage nach Fahrzeugen und die Bruttoproduktion im Fahrzeugbau und im Fahrzeughandel | 87 |
| Abbildung 52: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf das Bruttoinlandsprodukt | 88 |
| Abbildung 53: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Staatsverschuldung | 88 |
| Abbildung 54: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Siedlungsfläche und die CO ₂ -Emissionen | 89 |
| Abbildung 55: | Wirkung des Wegfalls der Pendlerpauschale bei Mittelverwendung Einkommensteuer auf die Personenbeförderungsleistung der Pkw | 89 |
| Abbildung 56: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale bei Mittelverwendung Einkommensteuer auf die Siedlungsfläche und die CO ₂ -Emissionen | 90 |
| Abbildung 57: | Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale bei Mittelverwendung Einkommensteuer auf das Bruttoinlandsprodukt . | 90 |
| Abbildung 58: | Wirkungen der Fortführung der Ökosteuern auf Benzin und Diesel auf die Beschäftigung | 91 |
| Abbildung 59: | Wirkungen der Fortführung der Ökosteuern auf Benzin und Diesel auf das Bruttoinlandsprodukt | 92 |
| Abbildung 60: | Wirkung der Einführung einer Kerosinsteuer von 0,302 €pro Liter auf die Stückkosten und die Preise des Luftfahrtgewerbes..... | 93 |
| Abbildung 61: | Wirkung der Einführung einer Kerosinsteuer von 0,320 €pro Liter auf die Vorleistungsnachfrage, die Endnachfrage und die Bruttoproduktion des Produktionsbereiches Luftfahrtgewerbe in konstanten Preisen | 93 |
| Abbildung 62: | Wirkung einer Anhebung der Mehrwertsteuer im Flugverkehr auf 16% und einer Senkung bei der Bahn auf 7% auf die Konsumentenpreise im Luftverkehr und bei der Bahn..... | 94 |
| Abbildung 63: | Wirkung einer Anhebung der Mehrwertsteuer im Flugverkehr auf 16% und einer Senkung bei der Bahn auf 7% auf die gefahrenen Personenkilometer | 95 |
| Abbildung 64: | Wirkung einer Kombination der Simulationen 6 und 7 auf die gefahrenen Personenkilometer | 96 |
| Abbildung 65: | Wirkung einer Kombination der Simulationen 6 und 7 auf die CO ₂ -Emissionen | 96 |
| Abbildung 66: | Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf die Preise der Bahn, der Speditionen und des Sektors Landverkehr..... | 97 |
| Abbildung 67: | Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf die gefahrenen Tonnenkilometer der Bahn und im Straßengüterverkehr | 98 |
| Abbildung 68: | Wirkungen der Verdopplung der Lkw-Maut auf die Beschäftigung in ausgewählten Branchen und insgesamt..... | 99 |
| Abbildung 69: | Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf das Bruttoinlandsprodukt | 99 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| Abbildung 70: | Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf die energiebedingten CO ₂ -Emissionen der Unternehmen und insgesamt..... | 100 |
| Abbildung 71: | Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die Preise der Bahn, der Speditionen und des Sektors Landverkehr | 101 |
| Abbildung 72: | Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die gefahrenen Tonnenkilometer der Bahn und im Straßengüterverkehr | 102 |
| Abbildung 73: | Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die Beschäftigung in ausgewählten Branchen und insgesamt | 103 |
| Abbildung 74: | Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die Staatsschuld..... | 103 |
| Abbildung 75: | Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die energiebedingten CO ₂ -Emissionen der Unternehmen und insgesamt..... | 104 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Überblick über das Datensystem der Fahrleistungen im Straßenverkehr | 40 |
| Tabelle 2: | Nachhaltigkeitsindikatoren in der Basisprognose | 61 |
| Tabelle 3: | Durchgeführte Politiksimulationsrechnungen..... | 69 |
| Tabelle 4: | Steuersätze der CO ₂ -bezogenen Kfz-Steuer nach UBA-Vorschlag von 2005 bis 2009 | 77 |

Vorwort

Das Ziel des Projekts ist es gewesen, die Nutzung von Gesamtrechnungsdaten aus den Umweltökonomischen und Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes (UGR und VGR) im Rahmen ökonomischer Modell-anwendungen zur Simulation umweltpolitischer Maßnahmenzenarien für Deutschland zu demonstrieren. Dazu sind exemplarisch für den Sektor Verkehr die Wirkungen verschiedener Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündel durch den jeweiligen Vergleich eines Maßnahmenzenarios mit der Referenzentwicklung analysiert worden.

Das Projekt ist von einer Steuerungsgruppe des Statistischen Bundesamtes, des Umweltbundesamtes und der Universität Karlsruhe unterstützt worden. Dabei haben die Beteiligten ihr spezifisches Wissen eingebracht und durch vielfältige Diskussionen und Anregungen das Projekt sehr gefördert.

Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes, die vor allem durch Herrn Adler, Herrn Dr. Schoer und Herrn Seibel vertreten waren, haben mit dem Berichtsmodul Verkehr die wesentliche Datenbasis für das Projekt geliefert. Sehr hilfreich war der generelle Ansatz der UGR, Satellitensysteme zu schaffen, die zu den monetären Daten der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen voll kompatibel sind.

Das Umweltbundesamt hat vor allem in Person von Frau Dr. Schwermer und Herrn Dr. Huckestein die verschiedenen simulierten Politikmaßnahmen mit Leben gefüllt. Im Projekt konnte eine Vielzahl aktuell diskutierter Politikmaßnahmen realitätsnah abgebildet werden, wie die Liste der durchgeführten Politiksimulationen belegt. Die Nutzung umfassender Datensysteme wie der UGR und darauf aufbauender Simulationsmodelle ist immer dann für die Beteiligten besonders gewinnbringend, wenn mit den Experten die Ausgestaltung und die Wirkung der Maßnahmen im engen Dialog entwickelt wird. Zusätzlich konnten Vorgaben aus dem TREMOD-Modell des Umweltbundesamtes im Rahmen des Projekts genutzt werden.

Im Bereich des Güterverkehrs konnte auf vielfältige Erfahrungen des Instituts für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung von Prof. Rothengatter von der Universität Karlsruhe zurückgegriffen werden. Herr Schmedding von der Uni Karlsruhe hat insbesondere zu den Bereichen LKW-Maut und der Abbildung des Bahnverkehrs generell hilfreiche Informationen geliefert.

Allen Beteiligten sei an dieser Stelle herzlich im Namen aller Projektmitarbeiter der GWS für die kooperative und ergebnisorientierte Zusammenarbeit gedankt.

Osnabrück, im Juni 2006

Prof. Dr. Bernd Meyer

1 EINLEITUNG

Der Ausbau der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen um das themenübergreifende Modul „Verkehr“ erweitert den Analyserahmen des Datensystems um einen Bereich, der für die Suche nach Strategien für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland von außerordentlicher Bedeutung ist. Dies gilt unmittelbar für den Verkehr selbst, aber auch für die nunmehr gegebene Möglichkeit, die Verbindungen zwischen den ökonomischen Aktivitäten und dem Energieverbrauch sowie der Flächennutzung viel deutlicher als bisher zu erfassen.

Mit dem in der Studie vorgestellten Projekt wurde das umweltökonomische Modell PANTA RHEI, das bereits vielfältig zur Analyse umweltökonomischer Zusammenhänge eingesetzt worden ist, um ein Verkehrsmodul erweitert, das die mit dem erweiterten Datensystem der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen gegebenen Möglichkeiten für die Modellierung umweltökonomischer Zusammenhänge ausschöpft. Das um das Verkehrsmodul und um ein gegenüber einer früheren Versionen tiefer gegliederte Flächenmodul erweiterte Modell wird in der Studie im gesamten Modellzusammenhang detailliert dokumentiert.

Darüber hinaus bietet die Studie eine erste Anwendung des erweiterten Modells auf aktuelle verkehrspolitische Themen: Es werden die ökonomischen und ökologischen Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer für Diesel in Zusammenhang mit einer Umgestaltung der Kfz-Steuer, eine ökologische Umgestaltung der Bemessungsgrundlage der Kfz-Steuer, der Wegfall der Eigenheimzulage, der Wegfall der Pendlerpauschale, die Fortführung der Ökosteuern auf Benzin und Diesel, die Einführung einer europaweiten Kerosinsteuer, Änderungen der Mehrwertsteuersätze für Bahn und Flugverkehr und eine Weiterentwicklung der Lkw-Maut diskutiert.

Einige Vorschläge zur Verbesserung und Erweiterung des Datensystems aus der Sicht des Anwenders und Modellkonstruktors schließen die Studie ab.

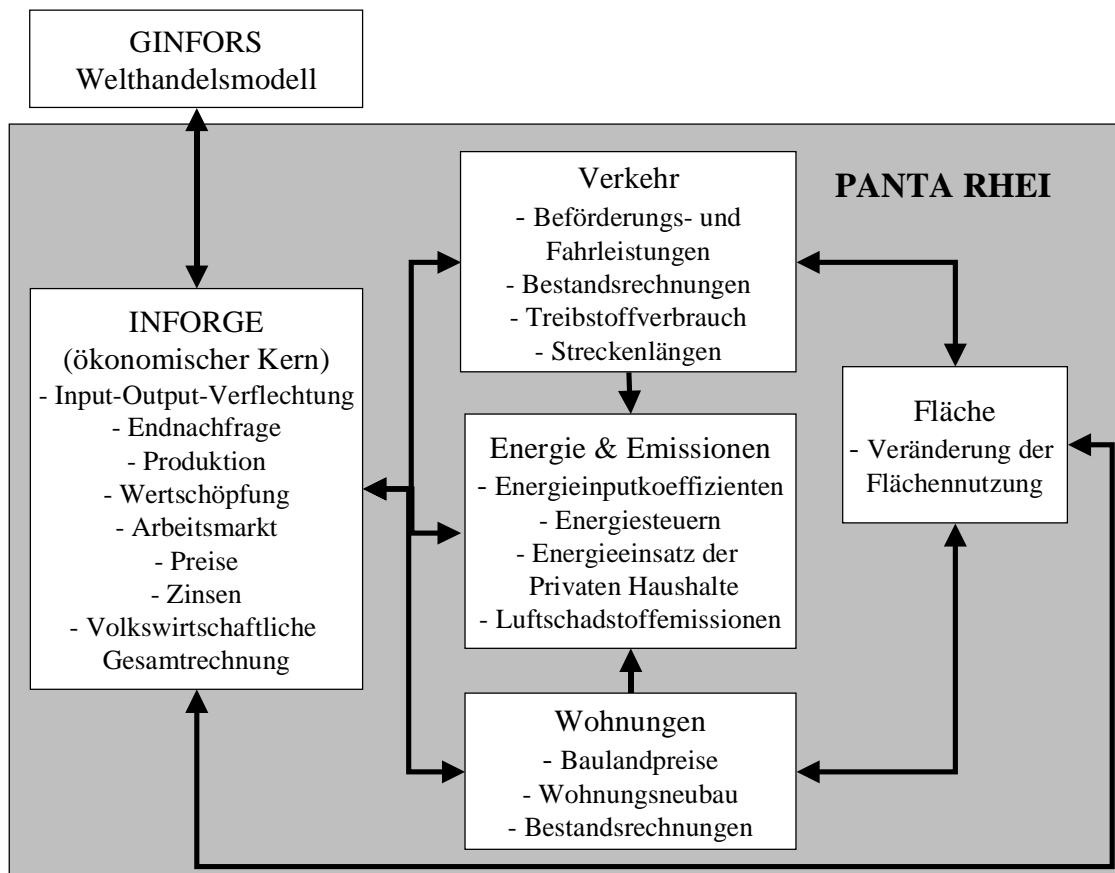
2 MODELL PANTA RHEI VI

2.1 ÜBERBLICK

PANTA RHEI ist ein zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen entwickeltes Simulations- und Prognosemodell für die Bundesrepublik Deutschland. Der Name, der eine Reflexion des griechischen Philosophen Heraklit zitiert („alles fließt“), ist Programm: Das Modell erfasst den langfristigen Strukturwandel in der wirtschaftlichen Entwicklung sowie in den umweltökonomischen Interdependenzen.

Einen Einblick in die Struktur des Modells PANTA RHEI gibt das in Abbildung 1 dargestellte Flussdiagramm. Neben der umfassenden ökonomischen Modellierung werden die Bereiche Energieverbräuche und Luftschadstoffe, Verkehr, Fläche und Wohnungen detailliert erfasst. Alle Modellteile sind konsistent miteinander verknüpft. Der Verkehrsbereich liefert z. B. den Treibstoffverbrauch in Litern, der mit den Literpreisen multipliziert unmittelbar in die monetäre Vorleistungsnachfrage der Industrie und die Konsumnachfrage der Privaten Haushalte eingeht. Änderungen der Steuersätze auf Treibstoffe führen dann einerseits zu geänderten Steuereinnahmen und vielfältigen ökonomischen Anpassungsprozessen. Andererseits lösen die Preisänderungen für Treibstoffe ihrerseits Verhaltensanpassungen aus, die im Modellrahmen erfasst werden.

Abbildung 1: Struktur des umweltökonomischen Modells PANTA RHEI



2.1.1 Historie

PANTA RHEI ist eine Erweiterung des Modells INFORGE, das bereits seit 1994 existiert (Distelkamp et al. 2003). Die Entwicklung des Modells PANTA RHEI spiegelt die veränderte Datensituation der Volkswirtschaftlichen und Umweltökonomischen Gesamtrechnungen in den vergangenen Jahren wieder. Die erste Modellversion PANTA RHEI I (Meyer/Ewerhart 1998) war auf Westdeutschland begrenzt. Die Modellierung im Energiebereich war vergleichsweise einfach. In der Version II (Meyer et al. 1998, Lutz 1998) wurde in den Bereichen Energie und energiebedingte Luftemissionen eine sehr detaillierte Modellierung gewählt, die im Wesentlichen bis heute erhalten wurde. Mit den ersten gesamtdeutschen Daten wurde die Modellversion PANTA RHEI III entwickelt, die in Meyer et. al (1999) ausführlich dargestellt ist. Die Modellversion IV (Frohn et al. 2003) unterscheidet sich von der Version III durch die zusätzliche Erfassung der Investitionsverflechtung und die Kapitalstockfortschreibung. Außerdem wurde die Datenbasis auch auf sektoraler Ebene (Input-Output-Daten, Emissionsdaten) bis 1996 erweitert. Der Schätzzeitraum reichte damit von 1978 bis 1996. Im Umweltbereich wurden Module für die Verkehrsentwicklung und den Flächenverbrauch entwickelt. Die Modellversionen I bis IV stützen sich auf die „alte“ Gliederung der Statistik gemäß der WZ 79.

Die ersten vier Versionen von PANTA RHEI sind vielfältig eingesetzt worden. Wichtige Studien befassen sich mit den Auswirkungen der ökologischen Steuerreform (Bach et al. 2002) und der Entwicklung von nachhaltigen Zukunftsszenarien (Coenen/Grünwald 2003; Keimel et al. 2004; Spangenberg et al. 2003). Frohn, Leuchtman und Kräussl (1998) und Frohn et al. (2003) bestätigen in ihrer Evaluation ökonometrischer Modelle die Eignung des Systems vor allem für umweltökonomische Prognose- und Simulationsrechnungen.

Die Modellversion PANTA RHEI V basiert auf der europäisch abgestimmten WZ93. Der Schätzzeitraum ist mit 10 Beobachtungen für die Jahre 1991 bis 2000 noch relativ kurz. Dafür konnte aber auf die bewährte Spezifikation des Vorgängermodells zurückgegriffen werden, dessen Parameter für die neue Gliederung neu geschätzt werden mussten. Die Modellstruktur unterscheidet sich im Energiebereich gegenüber der Version IV in fünf Punkten:

- durch die wesentlich tiefere Disaggregation der Energieinputs (121 gegenüber 58 Produktionsbereichen),
- die zusätzliche Erfassung der Energiepreise in absoluten Größen (neben den üblichen Indizes) sowohl im Herstellungs- als auch im Anschaffungspreiskonzept,
- die Darstellung der Energiesteuern pro physischer Verbrauchseinheit in absoluten Größen. Dies erlaubt eine wesentlich direktere und einfachere Formulierung von Besteuerungsszenarien als bisher,
- die explizite Modellierung der für den Energieverbrauch wichtigen Kfz- und Wohnungsbestände und
- die explizite Modellierung verschiedener Technologien für die energieintensiven Bereiche Eisen und Stahl (Lutz et al. 2004), Papier und Pappe und Zement.

Die aktuelle Modellversion VI basiert auf einem umfangreichen und konsistenten Datensatz vor allem der VGR und der UGR für die Jahre 1991 bis 2001. Im Umweltbereich sind die Verkehrsmodellierung und die Flächenmodellierung durch das sehr viel detailliertere Datenangebot der UGR grundlegend verbessert worden. Auch die Wohnungsnachfrage wird detaillierter abgebildet. Im Vergleich zu den ersten Modellversionen fällt vor allem auf, dass für die wichtigen Energieverbrauchsbereiche die wesentlichen Bestände und deren explizite Technikentwicklung abgebildet werden.

2.1.2 Modellphilosophie

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 (Meyer/Lutz/Wolter 2003), 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. Ende des Jahres 2004 werden auch simultane Rechnungen von GINFORS und PANTA RHEI technisch möglich sein, was für ausgewählte Fragestellungen wie den Emissionshandel die Nutzbarkeit und Aussagefähigkeit des Systems erhöhen wird.

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 Energiebereich sind zusätzlich zu den Angaben in konstanten Preisen auch physische Verbrauchsmengen eingebunden. Das Modell zeichnet sich außerdem durch weitgehende Nichtlinearitäten aus, die durch multiplikative Verknüpfungen 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 2004). In den Verhaltensgleichungen werden Entscheidungsroutrinen 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. Bei der Erfassung des technologischen Wandels bleiben sicherlich noch Wünsche offen. Hier wird daran gearbeitet, für ausgewählte, für die Umweltfragestellungen wichtige Sektoren eine verbesserte Modellierung zu erreichen: Durch die Nutzung technologischer Datenbanken soll der Pool des technischen Wissens für die absehbare Zukunft beschrieben werden. Die Unternehmen wählen bei ihrer Investitionsentscheidung aus diesem Pool bekannter Technologien die vorteilhafte aus (Schleich et al. 2001 und 2002).

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 2001 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.

2.1.3 Modellstruktur

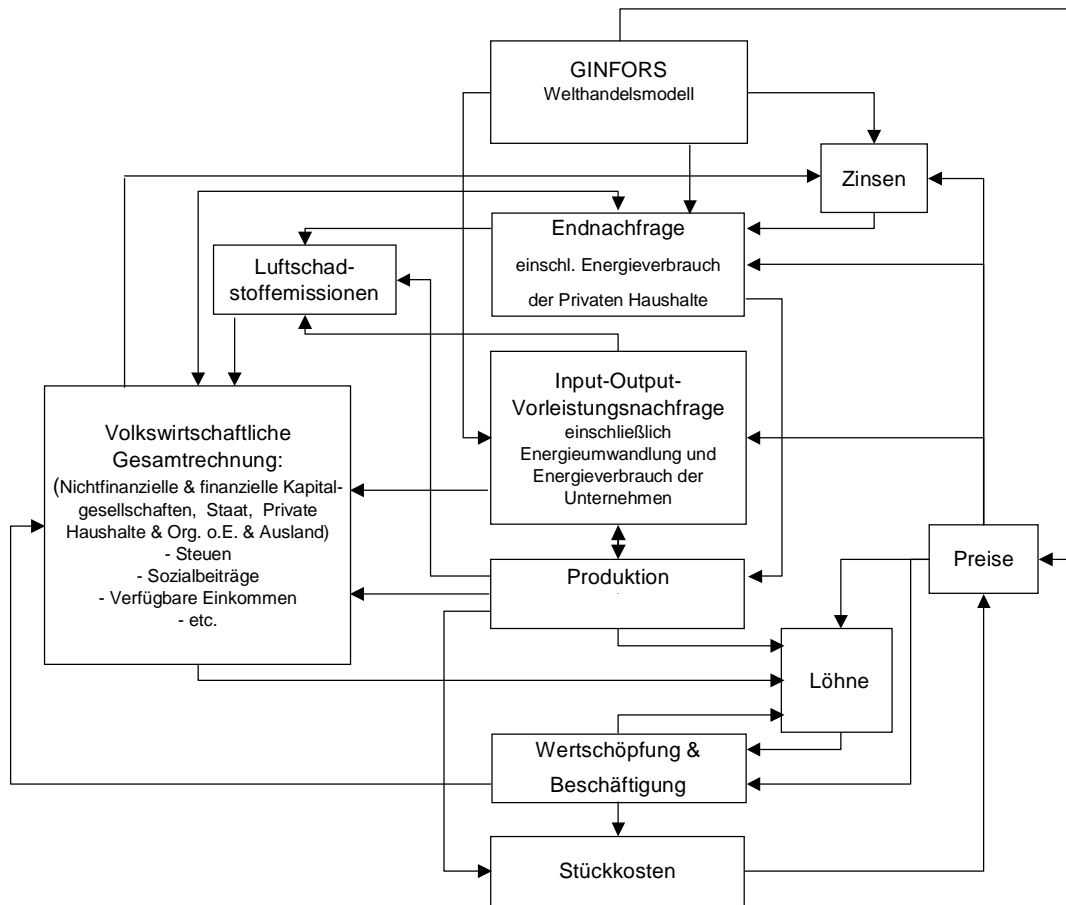
Abbildung 2 beschreibt die ökonomischen Zusammenhänge im Modell. Das GINFORS-Welthandelsmodell liefert den Vektor der Weltimportnachfrage und den Vektor der Weltmarktpreise nach Gütergruppen sowie den US-Zinssatz. Mit den Weltmarktpreisen erhält das Modell vom GINFORS-System auch eine Prognose der Weltenergiepreise.

Die Endnachfrage umfasst in der Gliederung der 59 Gütergruppen den Privaten Verbrauch der Haushalte und der Privaten Organisationen ohne Erwerbszweck, den Staatsverbrauch, die Ausrüstungsinvestitionen, die Bauinvestitionen, die Vorratsveränderungen und die Exporte. Im Konsum der Privaten Haushalte ist die Nachfrage nach 30 Energieträgern enthalten. Die wichtigsten Determinanten der Endnachfrage sind die Auslandsvariablen (zur Erklärung der Exporte), das verfügbare Einkommen der Privaten und der Öffentlichen Haushalte (Privater Verbrauch, Staatsverbrauch), die Zinsen und Gewinne (Investitionen) sowie die relativen Preise für alle Komponenten der Endnachfrage. Der Konsum der Privaten Haushalte hat über den Energieverbrauch Einfluss auf die Luftschadstoffemissionen.

Die Vorleistungsnachfrage ist im Modell einschließlich der Energieumwandlung und des Energieverbrauchs der Unternehmen abgebildet. Von den 59 Produktionsbereichen der Input-Output-Rechnung sind vier (Kohle und Torf, Erdöl- und Erdgas, Kokerei- und Mineralölerzeugnisse sowie Erzeugung und Verteilung von Energie) Energie-Produktionsbereiche. Ihre Lieferungen an die 59 Produktionsbereiche und an die Privaten Haushalte werden im Modell PANTA RHEI noch weiter in insgesamt 30 Energieträger untergliedert. Die Inputkoeffizienten sind dabei grundsätzlich variabel und hängen von relativen Preisen und Zeittrends ab.

Die Endnachfrage insgesamt bestimmt mit der Vorleistungsnachfrage abzüglich der Importe die inländische Produktion. Die Exporte hängen von der Entwicklung der Exportnachfrage des GINFORS-Systems sowie der Entwicklung von Exportpreisen und Inlandspreisen ab.

Abbildung 2: Struktur des ökonomischen Kerns des Modells PANTA RHEI



Die wichtigsten Determinanten der Arbeitsnachfrage sind die Produktion und der Reallohn des jeweiligen Sektors. Die Löhne werden wiederum durch die Produktivitäts- und die Preisentwicklung bestimmt. Die Gewinne und die Stückkosten ergeben sich definitorisch. Die Stückkosten sind dann zusammen mit der Preisentwicklung gleichartiger importierter Güter die entscheidende Determinanten der Preise im Herstellungspreiskonzept. Diese wesentlichen Einflussgrößen für die Preisentwicklung sind in der nachstehenden Abbildung 3 verdeutlicht, wobei darauf hinzuweisen ist, dass die angesprochenen Größen jeweils in der tief gegliederten Ebene der 59 Sektoren modelliert sind. Das Arbeitsangebot wird mit gegebenen Erwerbsquoten aus der demografischen Entwicklung abgeleitet.

Entscheidend für die Entwicklung der Nachfrage (Privater Konsum, Staatskonsum, Investitionen, Exporte, Vorleistungen) sind aber nicht primär die Herstellungspreise als vielmehr die Anschaffungspreise. Um den damit zusammenhängenden Erfordernissen gerecht zu werden, enthält das Modell für alle Nachfragekomponenten den kompletten Übergang von Herstellungs- zu Anschaffungspreisen (vgl. Abbildung 4), wobei jeweils zwischen 59 Gütergruppen unterschieden wird. Dieser Detailgrad der Modellierung ist wichtig, um Änderungen der Mehrwertsteuer oder sonstiger Gütersteuern wie der Mineralölsteuer für die verschiedenen Produktionsbereiche richtig zu erfassen. Je nach Produktionsbereich sind u. a. auch die Überwälzungsmöglichkeiten von indirekten Steuern unterschiedlich.

Abbildung 3: Wesentliche Einflussgrößen auf die Preisentwicklung

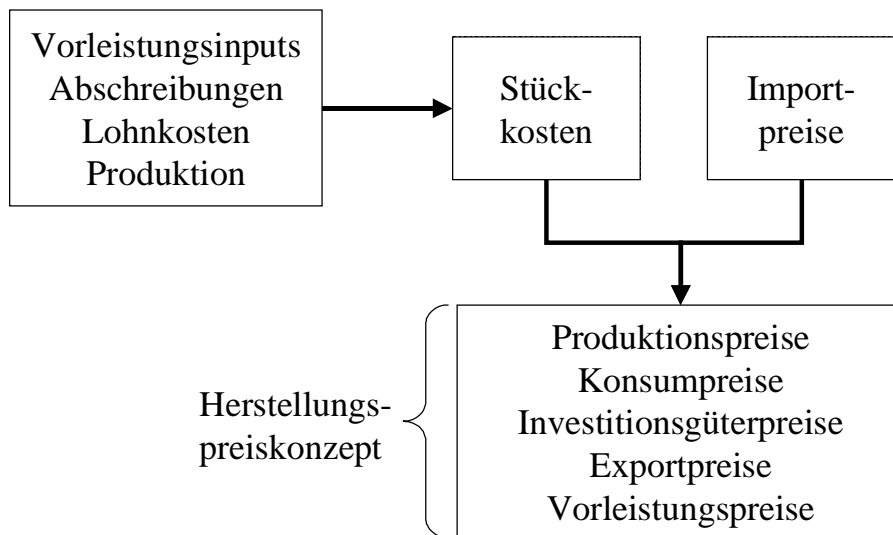
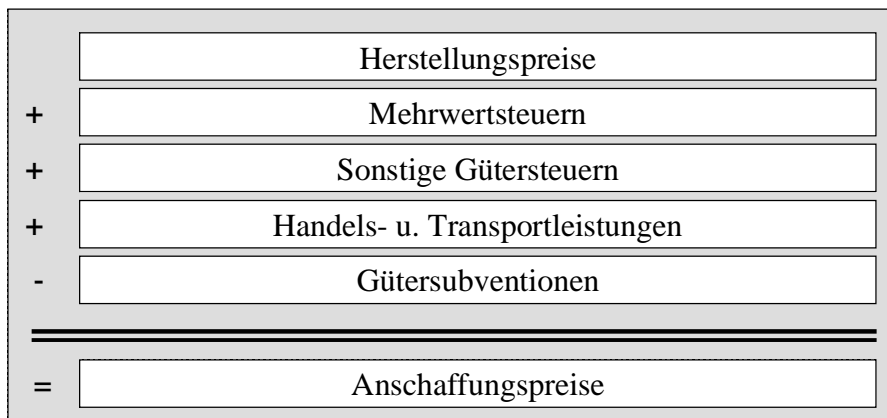


Abbildung 4: Übergang von Herstellungs- zu Anschaffungspreisen



Neben der tief gegliederten Ebene der Input-Output-Rechnung enthält das Modell zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Variablen das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Bundesrepublik Deutschland. 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 Sektoren bestimmt, die u. a. die Zinsen erklären. Damit ist insbesondere auch die staatliche Budgetrestriktion im Modell enthalten.

Endogen eingebunden in dieses System ist somit die gesamte Fiskalpolitik. Die Geldpolitik - soweit sie Einfluss auf das Zinsniveau nimmt - ist gleichfalls endogen. Hervorzuheben ist, dass das gesamte System simultan gelöst wird. Dabei sind allein die Variablen des GINFORS-Welthandelsmodells aus dem Simultanblock herausgenommen.

2.2 ÖKONOMISCHER KERN

2.2.1 Endnachfrage

2.2.1.1 Konsum der Privaten Haushalte

Die Konsumnachfrage der 43 Verwendungszwecke $cpvr$ wird durch das Verfügbare Einkommen der Haushalte in konstanten Preisen $YVANH/PCPV$ und den jeweiligen Relativpreis, bestehend aus dem Preisindex des Verwendungszwecks $pcpv$ und dem Preisindex der Lebenshaltung $PCPV$ erklärt. In einigen Fällen gehen auch der Anteil der Verfügbaren Einkommen der Selbständigenhaushalte an den gesamten Verfügbaren Einkommen $YVANSE/YVANH$, die Anzahl der Haushalte $HHAL$, die Anzahl der über 65jährigen $OLDER$ sowie Trends als Erklärende in die Schätzungen ein.

$$(1) \quad cpvr_k[t] = f\{YVANH[t]/PCPV[t], pcpv_k[t]/PCPV[t], \dots\}$$

Die gesamtwirtschaftliche Konsumnachfrage $CPVR$ ergibt sich durch Addition der einzelnen Verwendungszwecke. Die Preise der 43 Konsumverwendungszwecke $pcpv$ werden durch die Anschaffungspreise pcp der in ihnen enthaltenen Konsumgüter bestimmt. Die Ausgaben der Verwendungszwecke in jeweiligen Preisen $cpvn$ werden definitorisch bestimmt.

$$(2) \quad pcpv_k[t] = f\{pcp_1[t], pcp_2[t], \dots, pcp_n[t]\}$$

$$(3) \quad cpvn_k[t] = cpvr_k[t] * pcpv_k[t]$$

Die Konsumnachfrage nach Gütergruppen in jeweiligen Preisen berechnet sich über die Bridge-Matrix CPX des Jahres 2001, die in den Zeilen die Anteile einer Gütergruppe i an den verschiedenen Konsumverwendungszwecken k enthält:

$$(4) \quad cpn_i[t] = S_k(CPX_{i,k}[2001] * cpvn_k[t])$$

Die in ihnen enthaltenen Handels- und Transportdienstleistungen $htcpn$ sowie die Mehrwertsteuern $mwtcpn$, die sonstigen Gütersteuern $sgutcpn$ und die Subventionen $subcpn$ werden über feste Quoten berechnet, die aber in Modellsimulationen veränderbar sind.

$$(5) \quad htcpn_i[t] = qhtcpn_i[2001] * cpn_i[t]$$

$$(6) \quad sgutcpn_i[t] = qsgutcpn_i[2001] * cpn_i[t]$$

$$(7) \quad mwtcpn_i[t] = (qmwtcpn_i[2001] / (100 + qmwtcpn_i[2001])) * cpn_i[t]$$

$$(8) \quad subcpn_i[t] = qsubcpn_i[2001] * cpn_i[t]$$

Zieht man die Handels- und Transportdienstleistungen und die übrigen Übergangsgrößen von den Konsumausgaben zu Anschaffungspreisen cpn ab, so erhält man die Konsumausgaben zu Herstellungspreisen $cpun$:

$$(9) \quad cpun_i[t] = cpn_i[t] - htcpn_i[t] - sgutcpn_i[t] - mwtcpn_i[t] + subcpn_i[t]$$

Die Herstellungspreise der Konsumgüter $pcpu$ sind von den Stückkosten uc der Branche und den Preisen pim der konkurrierenden Importe abhängig:

$$(10) \quad pcpu_i[t] = f\{uc_i[t], pim_i[t]\}$$

Die Anschaffungspreise der Konsumgüter pcp werden durch die Herstellungspreise $pcpu$ und die Quote der auf ihnen liegenden Nettogütersteuern erklärt:

$$(11) \quad pcp_i[t] = f\{(1 + qmwtp_i[t]) * pcpu_i[t], (1 + qmwtp_i[t]) * (sgutcpn_i[t] - subcpn_i[t]) / cpr_i[t]\}$$

Die Division der Größen in jeweiligen Preisen cpn bzw. $cpun$ durch die zugehörigen Preise pcp bzw. $pcpu$ führt zu den Größen in konstanten Preisen cpr bzw. $cpur$ in den beiden Preiskonzepten.

$$(12) \quad cpr_i[t] = 100 * cpn_i[t] / pcp_i[t]$$

$$(13) \quad cpur_i[t] = 100 * cpun_i[t] / pcpu_i[t]$$

Die zugehörigen gesamtwirtschaftlichen Größen lassen sich jeweils durch Addition bzw. die Preisindizes durch Division der nominalen durch die realen Größen mit Preisbasis 1995 bestimmen. Die Summe der Handels- und Transportleistungen über alle Gütergruppen ist Null. Im weiteren wird die Summenermittlung nicht weiter ausgeführt. Im Modell werden aber für alle sektoralen Größen durch Aggregation die gesamtwirtschaftlichen Größen bestimmt.

2.2.1.2 Konsumausgaben der privaten Organisationen ohne Erwerbszweck

Die Konsumausgaben der Privaten Organisationen ohne Erwerbszweck in konstanten Preisen $cpour$ werden u.a. durch die Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts $BIPR$ oder auch die Konsumausgaben des Staates im Bereich der sozialen Sachleistungen $CSLR$ bestimmt:

$$(14) \quad cpour_i[t] = f\{BIPR[t], CSLR[t]\}$$

Die Anschaffungspreise der Konsumgüter der Privaten Organisationen ohne Erwerbszweck $pcpo$ sind wegen fehlender Gütersteuern und ähnlicher Kostengrößen mit den Herstellungspreisen $pcpou$ identisch, die wiederum von den Stückkosten uc der jeweiligen Branche abhängen:

$$(15) \quad pcpou_i[t] = f\{uc_i[t]\}$$

Die entsprechenden Größen in jeweiligen Preisen ergeben sich durch Multiplikation mit den zugehörigen Herstellungspreisen $pcpou$:

$$(16) \quad cpoun_i[t] = cpour_i[t] * pcpou_i[t]$$

Durch Aggregation und Division ergeben sich die gesamtwirtschaftlichen Größen.

2.2.1.3 Konsumnachfrage des Staates

Die Konsumnachfrage des Staates wird in Konsumnachfrage für soziale Sachleistungen und Staatsverbrauch aufgeteilt. Die Ausgaben des Staates für soziale Sachleistungen in jeweiligen Preisen insgesamt $CSLN$ werden auch wegen der aktuellen politischen Diskussion differenzierter modelliert: Unter der Annahme, dass Personen ab einem Alter von 65 Jahre (*OLDER*) etwa doppelt soviel Gesundheitsleistungen nachfragen wie jüngere (*CHILDREN*, *WORKING*), kann ein Kostensatz pro Kopf $CSLKN$ berechnet werden, der mit dem technischen Fortschritt in der Medizin trendabhängig wächst.

$$(17) \text{ CSLKN}[t] = f(\text{ZEIT}[t])$$

CSLN ergibt sich dann aus der Multiplikation der Bevölkerungsgruppen mit dem Kostensatz:

$$(18) \text{ CSLN}[t] = \text{CSLKN}[t] * (\text{CHILDREN}[t] + \text{WORKING}[t] + 2 * \text{OLDER}[t])$$

Die sozialen Sachleistungen nach Gütergruppen *csln* werden durch den Relativpreis *pcsl* im Verhältnis zum aggregierten Preis *PCSL* und die aggregierten Ausgaben *CSLN* bestimmt:

$$(19) \text{ csln}_i[t] = f\{\text{pcsl}_i[t]/\text{PCSL}[t], \text{CSLN}[t]\}$$

Die in ihnen enthaltenen Handels- und Transportdienstleistungen sowie die Mehrwertsteuern werden über konstante Quoten *qhtcs* bzw. *qmwts* erfasst:

$$(20) \text{ htcsn}_i[t] = \text{qhtcs}_i[2001] * \text{csln}_i[t]$$

$$(21) \text{ mwtsn}_i[t] = \text{qmwts}_i[2001] * \text{csln}_i[t]$$

Zieht man die Handels- und Transportdienstleistungen und die Mehrwertsteuern von den sozialen Sachleistungen zu Anschaffungspreisen *csln* ab, so erhält man die sozialen Sachleistungen zu Herstellungspreisen *cslun*:

$$(22) \text{ cslun}_i[t] = \text{csln}_i[t] - \text{htcs}_i[t] - \text{ngutcs}_i[t]$$

Die Division der Größen in jeweiligen Preisen *csln* bzw. *cslun* durch die zugehörigen Preisindizes *pcsl* bzw. *pcslu* führt zu den Größen in konstanten Preisen *cslr* bzw. *cslur* in den beiden Preiskonzepten.

$$(23) \text{ cslr}_i[t] = 100 * \text{csln}_i[t]/\text{pcsl}_i[t]$$

$$(24) \text{ cslur}_i[t] = 100 * \text{cslun}_i[t]/\text{pcslu}_i[t]$$

Die Preise *pcsl* und *pcslu* werden mit der Wachstumsrate des Preisindex der Konsumnachfrage der jeweiligen Gütergruppe *pcpu* fortgeschrieben, weil eine ökonometrische Erklärung nicht möglich war. Die Entwicklung des Preises der Gesundheitsgüter (Gütergruppe 54) wird vorgegeben, da sie politisch bedingt ist.

Der Staatsverbrauch in jeweiligen Preisen insgesamt *CSVN* ist abhängig von der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes. Das Verhältnis beider Größen *STVQ* wird als Staatsverbrauchsquote interpretiert, deren Entwicklung vorgegeben wird. Es wird damit unterstellt, dass der Staatsverbrauch eine bewusste Entscheidung der Haushalte ist und den Aufgaben des Staates folgt.

$$(25) \text{ CSVN}[t] = \text{STVQ}[t] * \text{BIPN}[t]$$

Der nominale Staatsverbrauch nach Gütergruppen *csvn* wird durch den Staatsverbrauch insgesamt erklärt sowie den geleisteten Zinsen des Staates, welche die Ausgaben des Staates in der Gütergruppe Kultur/Sport/Unterhaltung negativ beeinflussen:

$$(26) \text{ csvn}_i[t] = f\{\text{CSVN}[t]; \text{GZINSNS}[t]\}$$

Die Anschaffungspreise des Staatsverbrauchs *pcsv* sind mit den Herstellungspreisen *pcsvu* identisch, die wiederum von dem Preisindex der jeweiligen Gütergruppe oder dem gesamtwirtschaftlichen Preisindex des Bruttoinlandsproduktes oder dem Preisindex des Konsums privater Haushalte abhängen.

$$(27) \text{pcsvu}_i[t] = f\{pg_i[t], PBIP[t], pcp[t]\}$$

Die realen Staatsverbräuche in Preisen von 1995 ergeben sich definitorisch:

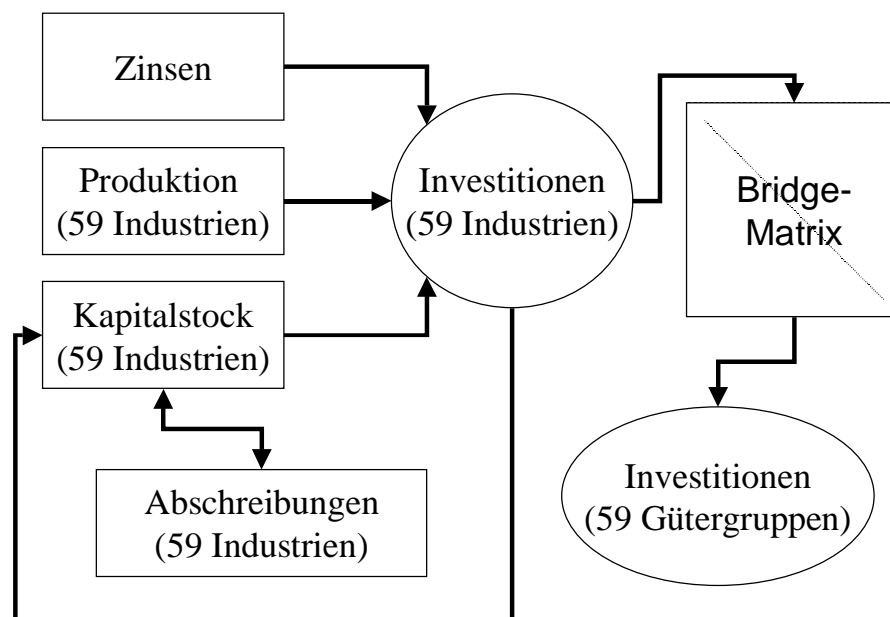
$$(28) \text{csvr}_i[t] = 100 * \text{csvn}_i[t] / \text{pcsvu}_i[t]$$

Die Konsumnachfrage des Staates (csn , csr) insgesamt wird jeweils durch Addition der Konsumnachfrage nach sozialen Sachleistungen (csln , cslr) und den Staatsverbrauch (csvn , csvr) bestimmt.

2.2.1.4 Investitionen

Die folgende Abbildung stellt die Modellierung der Investitionen im Überblick dar:

Abbildung 5: Modellierung der Investitionen



Die Modellierung der Investitionen setzt an den investierenden Wirtschaftsbereichen an. Sowohl bei den Ausrüstungs- als auch bei den Bauinvestitionen wird die Entwicklung primär durch die Produktion und den Kapitalstock des jeweiligen Wirtschaftsbereichs und durch die Zinsen determiniert. Die so bestimmten Investitionen nach Wirtschaftsbereichen werden mittels (konstanter) Bridge-Matrizen in Investitionen nach Gütergruppen umgerechnet. Außerdem dienen sie zusammen mit den Abschreibungen der Fortschreibung der Kapitalstöcke.

2.2.1.4.1 Ausrüstungsinvestitionen

Die Ausrüstungsinvestitionen eines Wirtschaftsbereichs iasr hängen von seiner Bruttonproduktion xsr , seinem Kapitalstock kasr sowie dem Realzins – Umlaufrendite RUML minus Inflationsrate INFL – und weiteren sektorspezifischen Variablen ab. Zur

Erfassung der Erwartungen über die gesamtwirtschaftliche Entwicklung wird der CDAX-Aktienindex in jeder sektoralen Investitionsfunktion mit einem Vorlauf von einem Jahr (*CDAXL*) getestet. Bei eindeutiger Signifikanz wird er in die Funktion aufgenommen. Versuche den IFO-Geschäftsklimaindex oder die ZEW-Konjunkturerwartungen dementsprechend zu verwenden sind wegen fehlender Signifikanz verworfen worden.

$$(29) \quad iasr_j[t] = f\{xsr_j[t], kasr_j[t], (RUML[t] - INFL[t]), CDAXL[t], \dots\}$$

Die Abgänge vom Kapitalstock des Wirtschaftsbereichs *aasr* hängen mit verteilten lags von der Entwicklung des Kapitalstocks ab:

$$(30) \quad aasr_j[t] = f\{aasr_j[t-1], kasr_j[t-1], iasr_j[t]\}$$

Die Entwicklung des Kapitalstocks für Ausrüstungen *kasr* ergibt sich definitorisch:

$$(31) \quad kasr_j[t] = kasr_j[t-1] + iasr_j[t] - aasr_j[t]$$

Der Vektor der Ausrüstungsinvestitionen nach Gütergruppen zu Anschaffungspreisen in konstanten Preisen vor Abzug der Käufe/Verkäufe von Ausrüstungen und sonstigen Anlagen *iarh* ergibt sich aus der Multiplikation der Bridge-Matrix *IAX* des Jahres 2001 mit dem Vektor der Ausrüstungsinvestitionen nach Wirtschaftsbereichen. Die Matrix *IAX* enthält in den Zeilen die Anteile an den Investitionen der einzelnen 59 Wirtschaftszweige, die auf die Ausrüstungsinvestitionsnachfrage der Gütergruppe *i* entfallen.

$$(32) \quad iarh_i[t] = S_i (IAX_{ij}[2001] * iasr_j[t])$$

Die Käufe/Verkäufe von Ausrüstungen und sonstigen Anlagen in konstanten Preisen *invar* werden über konstante Quoten *qinvar* des Jahres 2001 an den Ausrüstungsinvestitionen in konstanten Preisen vor Abzug der Käufe/Verkäufe von Ausrüstungen und sonstigen Anlagen ermittelt.

$$(33) \quad invar_i[t] = qinvar_i[2001] * iarh_i[t]$$

Die Ausrüstungsinvestitionen nach Gütergruppen zu Anschaffungspreisen in konstanten Preisen *iar* ergeben sich definitorisch:

$$(34) \quad iar_i[t] = iarh_i[t] + invar_i[t]$$

Multiplikation mit den Anschaffungspreisen *pia* ergibt die nominalen Ausrüstungen zu Anschaffungspreisen:

$$(35) \quad ian_i[t] = 0,01 * iar_i[t] * pia_i[t]$$

Die in ihnen enthaltenen Handels- und Transportdienstleistungen *htian* sowie die Mehrwertsteuern *mwtian* und die sonstigen Gütersteuern *sgutian* werden über konstante Quoten erfasst:

$$(36) \quad htian_i[t] = qhtia_i[2001] * ian_i[t]$$

$$(37) \quad mwtian_i[t] = qmwtia_i[2001] * ian_i[t]$$

$$(38) \quad sgutian_{51}[t] = qsgutia_{51}[2001] * ian_{51}[t]$$

Zieht man die Handels- und Transportdienstleistungen und die Mehrwertsteuern von den Ausrüstungen zu Anschaffungspreisen *ian* ab, so erhält man die Ausrüstungen zu

Herstellungskosten $iaun$. Für die Zeile 51 (Unternehmensbezogene Dienstleistungen) müssen zusätzlich die sonstigen Gütersteuern berücksichtigt werden.

$$(39) \quad iaun_i[t] = ia_n[t] - htian_i[t] - ngutian_i[t]$$

Die Division der Größen in jeweiligen Preisen $iaun$ durch die zugehörigen Preise $piau$ führt zu den Größen in konstanten Preisen $iaur$ im Konzept der Herstellungskosten:

$$(40) \quad iaur_i[t] = 100 * iaun_i[t] / piau_i[t]$$

Die Herstellungskosten der Ausrüstungen $piau$ hängen von den zugehörigen Stückkosten uc_i und den Preisen konkurrierender Importe pim_i ab.

$$(41) \quad piau_i[t] = f\{uc_i[t], pim_i[t], INFL[t], ZEIT\}$$

Die Anschaffungskosten der Ausrüstungen pia sind wiederum durch die jeweiligen Herstellungskosten und die Quoten der Nettogütersteuern bestimmt.

$$(42) \quad pia_i[t] = f\{(1 + qmwta_i[2001]) * piau_i[t]\}$$

Die Preise der Ausrüstungsinvestitionen nach investierenden Wirtschaftsbereichen $pias$ sind durch die Preise der in ihnen enthaltenen n Gütergruppen determiniert.

$$(43) \quad pias_i[t] = f\{pia_1[t], pia_2[t], \dots, pia_n[t]\}$$

2.2.1.4.2 Bauinvestitionen

Die Modellierung der Bauinvestitionen $ibsr$ ist analog zu derjenigen der Ausrüstungen gewählt. Für die Bauinvestitionen der Wirtschaftsbereiche werden die jeweiligen Funktionen geschätzt. Die Beschreibung der Erklärung der Wohnungsbauinvestitionen $ibsr_{47}$, die hiervon abweicht, findet sich im Wohnungsmodul.

$$(44) \quad ibsr_j[t] = f\{xsr_j[t], kbsr_j[t], (RUML[t] - INFL[t]), \dots\} \quad j = \{1, \dots, 59\} \text{ ohne } j = 47$$

Die Abgänge vom Kapitalstock des Sektors $absr$ hängen mit verteilten Lags von der Entwicklung des Kapitalstocks ab. Die Entwicklung des Kapitalstocks für Bauten $kbsr$ ergibt sich dann definitorisch.

$$(45) \quad absr_j[t] = f\{absr_j[t-1], kbsr_j[t-1], ibsr_j[t]\}$$

$$(46) \quad kbsr_j[t] = kbsr_j[t-1] + ibsr_j[t] - absr_j[t]$$

Der Vektor der Bauinvestitionen nach Gütergruppen zu Anschaffungskosten in konstanten Preisen ergibt sich aus der Multiplikation der konstanten Bridge-Matrix IBX des Jahres 2001 mit dem Vektor der Bauinvestitionen nach Wirtschaftsbereichen.

$$(47) \quad ibr_i[t] = S_i (IBX_{ij}[2001] * ibsr_j[t])$$

Die Multiplikation mit den Anschaffungskosten pib ergibt die Bauten in jeweiligen Preisen im Anschaffungskostenkonzept:

$$(48) \quad ibn_i[t] = 0,01 * ibr_i[t] * pib_i[t]$$

Die in ihnen enthaltenen Handels- und Transportdienstleistungen sowie die Mehrwertsteuern wie auch die sonstigen Gütersteuern werden über konstante Quoten

erfasst. Sonstige Gütersteuern liegen allerdings nur für die Gütergruppe 51 (unternehmensbezogene Dienstleistungen) vor.

$$(49) \quad htib_n[t] = qhtib_n[2001] * ibn_n[t]$$

$$(50) \quad mwtib_n[t] = qmwtib_n[2001]/(100 + qmwtib_n[t]) * ibn_n[t]$$

$$(51) \quad sgutib_{51}[t] = qsgutib_{51}[2001] * ibn_{51}[t]$$

Werden die Handels- und Transportdienstleistungen und die Komponenten der Nettogütersteuern von den Bauten zu Anschaffungspreisen ibn abgezogen, ergeben sich die Bauten zu Herstellungspreisen $ibun$. Anschließend können durch Deflationierung mit dem dazugehörigen Preisindex $pibu_i$ die Investitionen nach konstanten Herstellungspreisen $ibur_i$ ermittelt werden.

$$(52) \quad ibun_i[t] = ibn_i[t] - htib_n[t] - ngutib_n[t]$$

$$(53) \quad ibur_i[t] = 100 * ibun_i[t]/pibu_i[t]$$

Die Herstellungspreise der Bauten $pibu$ hängen von den zugehörigen Stückkosten uc_i und den Preisen konkurrierender Importe pim_i ab.

$$(54) \quad pibu_i[t] = f\{uc_i[t], pim_i[t]\}$$

Die Preise der Ausrüstungen nach dem Anschaffungspreiskonzept pib sind wiederum durch die jeweiligen Herstellungspreise und die Quoten der Nettogütersteuern bestimmt.

$$(55) \quad pib_i[t] = f\{(1 + qmwtib_i[2001]) * pibu_i[t]\}$$

Die Preise der Ausrüstungsinvestitionen nach investierenden Wirtschaftsbereichen $pibs$ sind durch die Preise der in ihnen enthaltenen n Gütergruppen determiniert.

$$(56) \quad pibs_i[t] = f\{pib_1[t], pib_2[t], \dots, pib_n[t]\}$$

2.2.1.5 Exportnachfrage

Die Exportnachfrage in jeweiligen Preisen exn einer Gütergruppe i wird mit der zugeordneten Exportnachfrage $deexus$ aus dem GINFORS-Modell erklärt. Da GINFORS in US-\$ rechnet, ist eine Umrechnung auf € mit dem Wechselkurs $DEEXRA$ notwendig.

$$(57) \quad exn_i[t] = f\{deexus_m[t], DEEXRA[t]\}$$

Division durch die Anschaffungspreise pex ergibt die Exporte in konstanten Preisen im Anschaffungspreiskonzept exr :

$$(58) \quad exr_i[t] = 100 * exn_i[t] / pex_i[t]$$

Die in den Exporten zu Anschaffungspreisen enthaltenen Handels- und Transportdienstleistungen sowie die Subventionen werden über konstante Quoten erfasst:

$$(59) \quad htexn_i[t] = qhtex_i[2001] * exn_i[t]$$

$$(60) \quad subexn_i[t] = qsubex_i[2001] * exn_i[t]$$

Zieht man die Handels- und Transportdienstleistungen und die Nettogütersteuern von den Exporten zu Anschaffungspreisen exn ab, ergeben sich die Exporte zu Herstellungspreisen $exun$:

$$(61) \quad exun_i[t] = exn_i[t] - htexn_i[t] + subexn_i[t]$$

Die Division der Größen in jeweiligen Preisen $exun$ durch den zugehörigen Anschaffungspreis $pexu$ führt zu den Exporten in konstanten Preisen $exur$.

$$(62) \quad exur_i[t] = 100 * exun_i[t] / pexu_i[t]$$

Die Exportpreise nach dem Herstellungspreiskonzept $pexu$ der Gütergruppe i werden durch die Stückkosten des Sektors uc und den zugehörigen Importpreis pim erklärt.

$$(63) \quad pexu_i[t] = f\{pim_i[t], uc_i[t]\}$$

Die Exportpreise des Anschaffungspreiskonzeptes pex ergeben sich aus den Exportpreisen des Herstellungspreiskonzeptes $pexu$, wobei nur für die Landwirtschaft (Gütergruppe 1) Subventionen berücksichtigt werden müssen.

$$(64) \quad pex_i[t] = f\{pexu_i[t]\}$$

$$(65) \quad pex_1[t] = f\{pexu_1[t], subexn_1[t] / exr_1[t]\}$$

2.2.1.6 Endnachfrage insgesamt

Bisher ist die Modellierung der einzelnen Komponenten der Endnachfrage erläutert worden. Lediglich die Vorräte $ivur$ bzw. $ivun$ bleiben exogen. Für sie wird ein Anpassungspfad unterstellt, der sie langfristig auf Null zurückführt. Darüber hinaus sind sie von außen vorgebar. Zusammengefasst ergibt sich dann die Endnachfrage zu Herstellungspreisen:

$$(66) \quad fgur_i[t] = cpur_i[t] + cpour_i[t] + cslur_i[t] + csvr_i[t] + iaur_i[t] + ibur_i[t] + ivur_i[t] + exur_i[t]$$

$$(67) \quad fgun_i[t] = cpun_i[t] + cpoun_i[t] + cslun_i[t] + csvn_i[t] + iaun_i[t] + ibun_i[t] + ivun_i[t] + exun_i[t]$$

$$(68) \quad pfgu_i[t] = 100 * fgun_i[t] / fgur_i[t]$$

Ebenso lassen sich die Endnachfrage zu Anschaffungspreisen fgr bzw. fgn sowie die Komponenten der Nettogütersteuern ($mwtfgn$, $sgutfgn$, $subfgn$) berechnen. Schließlich werden die gesamtwirtschaftliche Größen durch Aggregation bestimmt.

2.2.2 Vorleistungsnachfrage

Die Matrix XR beschreibt die Vorleistungsverflechtung in konstanten Herstellungspreisen des Jahres 1995, die Matrix YN stellt die Vorleistungsverflechtung in laufenden Herstellungspreisen dar. Der Inputkoeffizient AR ist als Quotient aus dem Vorleistungseinsatzmengen des Gutes i im Sektor j und der Bruttoproduktion des Sektors j definiert. Die Inputkoeffizienten sind variabel und werden durch einen Relativpreis aus dem Preisindex der Vorleistungslieferungen pvg des liefernden Sektors und dem Preis der Bruttoproduktion pg des empfangenden Sektors sowie einem Zeittrend $ZEIT$ erklärt.

Die Variabilität der Inputkoeffizienten wird nicht als das Ergebnis von Faktorsubstitution interpretiert, sondern als die Wirkung kostendruckinduzierten technischen Fortschritts, der zu Verbesserungen der limitationalen Prozesse führt. Die Unterstellung substitutionaler Technologien ist beim Vorleistungseinsatz wenig sinnvoll, weil die Vorleistungen Bestandteil des Produktes sind und somit eine Änderung des Vorleistungseinsatzes das Produkt neu definiert (Georgescu Roegen 1990, Meyer 2004).

$$(69) \quad AR_{ij}[t] = f\{pvgi[t]/pgj[t], ZEIT[t]\}$$

Die Vorleistungslieferungen der Gütergruppe zu konstanten Herstellungspreisen ergeben sich dann aus:

$$(70) \quad vgr_i[t] = S_j (AR_{ij}[t] * xgr_j[t])$$

Der zugehörige Preisindex $pvgu$ wird durch die Stückkosten uc der inländischen Erzeugung dieser Gütergruppe und den entsprechenden Importpreis pim erklärt, weil die Importe auch in den Vorleistungslieferungen enthalten sind. Anschließend können die Vorleistungslieferungen in jeweiligen Preisen ermittelt werden:

$$(71) \quad pvgu_i[t] = f\{uc_i[t], pim_i[t]\}$$

$$(72) \quad vgun_i[t] = 0.01 * vgr_i[t] * pvgu_i[t]$$

2.2.3 Inländische Produktion und Importe

Die Bruttonachfrage ist als Summe aus Vorleistungsnachfrage und Endnachfrage abzüglich der Importe imr definiert:

$$(73) \quad xgr_i[t] = vgr_i[t] + fgur_i[t] - imr_i[t]$$

Substituiert man die Vorleistungsnachfrage durch Gleichung (70) und löst man nach dem Vektor der Bruttonachfrage auf, so erhält man in Vektorschreibweise:

$$(74) \quad xgr_i[t] = (E - AR_{ij}[t])^{-1} * (fgur_i[t] - imr_i[t])$$

E steht dabei für die Einheitsmatrix. Die Importnachfrage imr wird durch die Bruttonachfrage der Gütergruppe xgr , die Relation zwischen dem Inlandspreis der Gütergruppe und dem Importpreis pg / pim . In einigen Fällen erklärt auch das gesamte Aufkommen des Produktionsbereiches $gaur$, oder die letzte Verwendung der Gütergruppe $fgur$, die Importe.

$$(75) \quad imr_i[t] = f\{xgr_i[t], pg_i[t]/pim_i[t], gaur_i[t], fgur_i[t]\}$$

Die Importpreise pim werden mit den entsprechenden Importpreisen Deutschlands im internationalen GINFORS-Modell erklärt, wobei der Wechselkurs zum Dollar $DEEXRA$ mit in die Schätzung einbezogen wird. Die Importe in jeweiligen Preisen imn sind dann definitiv ermittelbar:

$$(76) \quad pim_i[t] = f\{deimuspm[t], DEEXRA[t]\}$$

$$(77) \quad imn_i[t] = 0.01 * imr_i[t] * pim_i[t]$$

Die Bruttonproduktion ygn ist als Summe der Vorleistungslieferungen vgn und der Endnachfrage $fgun$ zu jeweiligen Herstellungspreisen abzüglich der Importe in jeweiligen Preisen imn definiert:

$$(78) \quad ygn_i[t] = vgun_i[t] + fgun_i[t] - imn_i[t]$$

Der Preisindex der Bruttonproduktion pg ist dann definatorisch gegeben mit:

$$(79) \quad pg_i[t] = 100 * ygn_i[t] / xgr_i[t]$$

2.2.4 Bruttowertschöpfung der Produktionsbereiche

Der Vorleistungseinsatz eines Sektors in konstanten Herstellungspreisen $vegur$ kann durch die Aufsummierung der einzelnen Gütereinputs, die im Sektor eingesetzt werden, definatorisch bestimmt werden:

$$(80) \quad vegur_j[t] = S_i (AR_{ij}[t] * xgr_j[t])$$

Der nominale Vorleistungsinput zu Herstellungspreisen des Sektors ergibt sich durch Multiplikation der realen Gütereinputs mit dem zugehörigen Herstellungspreis $pvgu$ und ihre anschließende Aufsummierung:

$$(81) \quad \begin{aligned} vegun_j[t] &= S_i (XR_{ij}[t] * pvgu_i[t]) \\ &= S_i (AR_{ij}[t] * xgr_j[t] * pvgu_i[t]) \end{aligned}$$

Anschließend sind die auf den Vorleistungsinputs liegenden Nettogütersteuern zu ermitteln, die der Sektor zu zahlen hat. Dazu werden die entsprechenden Steuer- bzw. Subventionsvektoren mittels Aufteilungsmatrizen – STX für die Mehrwertsteuern und die sonstigen Gütersteuern und $SUBX$ für die Gütersubventionen – von Gütergruppen in Produktionsbereiche umgebucht. Dadurch gelingt eine sachgerechte Zuordnung der Nettogütersteuern zu den Produktionsbereichen.

$$(82) \quad \begin{aligned} ngutven_j[t] &= S_i (STX_{ij}[2001] * (sgutvgn_i[t] + mwtvgn_i[t]) \\ &\quad - SUBX_{ij}[2001] * subvgn_i[t]) \end{aligned}$$

Die Steuerbelastungen in konstanten Preisen ergeben sich durch Deflationierung mit dem Vektor der Vorleistungseinsatzpreise $pvegu$.

$$(83) \quad ngutver_j[t] = 100 * ngutven_j[t] / pvegu_j[t]$$

Die Bruttowertschöpfung eines Produktionsbereichs in konstanten ($bwgr$) bzw. jeweiligen Preisen ($bwgn$) ergibt sich definatorisch. Die Preisindizes der Bruttowertschöpfung $pbwg$ und der Vorleistungseinsätze $pvegu$ sind dann ebenfalls berechenbar:

$$(84) \quad bwgn_j[t] = ygn_j[t] - vegun_j[t] - ngutven_j[t]$$

$$(85) \quad bwgr_j[t] = xgr_j[t] - vegur_j[t] - ngutver_j[t]$$

$$(86) \quad pbwg_j[t] = 100 * bwgn_j[t] / bwgr_j[t]$$

$$(87) \quad pvegu_j[t] = 100 * vegun_j[t] / vegur_j[t]$$

Aus der Summe der Bruttowertschöpfungen aller Produktionsbereiche lässt sich schließlich die Entstehung des Bruttoinlandsprodukts in jeweiligen ($BIPN$) und konstanten ($BIPR$) Preisen berechnen, wobei die auf der Endnachfrage ($NGUTFGN$

bzw. *NGUTFGR*) und der Vorleistungsnachfrage liegenden Gütersteuern (*NGUTVEN* bzw. *NGUTVER*) mit in das Bruttoinlandsprodukt eingerechnet werden. Alternativ lässt sich das Bruttoinlandsprodukt im Modellzusammenhang auch über die Verwendungsseite als Summe von inländischer Verwendung und Außenbeitrag bestimmen. Der Preisindex des Bruttoinlandsproduktes folgt definitorisch:

$$(88) \quad BIPR[t] = BWGR[t] + NGUTFGR[t] + NGUTVER[t]$$

$$(89) \quad BIPN[t] = BWGN[t] + NGUTFGN[t] + NGUTVEN[t]$$

$$(90) \quad PBIP[t] = 100 * BIPN[t] / BIPR[t]$$

2.2.5 Bruttowertschöpfung der Wirtschaftsbereiche und ihre Komponenten

Der Übergang von den bislang diskutierten Produktionsbereichen zu den Wirtschaftsbereichen gelingt über eine Make-Matrix, die in den Zeilen die Anteile eines Wirtschaftsbereiches *j* an der Produktion der Gütergruppe *i* enthält: Für die Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen *bwsn* eines Wirtschaftsbereichs bzw. seine Bruttowertschöpfung in konstanten Preisen *bwsr* und den dazugehörigen Preisindex gilt somit:

$$(91) \quad bwsn_j[t] = S_i \text{ MAKE}_{ij}[2001] * bwgn_i[t]$$

$$(92) \quad bwsr_j[t] = S_i \text{ MAKE}_{ij}[2001] * bwgr_i[t]$$

$$(93) \quad pbws_j[t] = 100 * bwsn_j[t] / bwsr_j[t]$$

In analoger Weise werden auch die nominale bzw. reale Bruttoproduktion *ysn* bzw. *xsr* und die zugehörigen Preise *ps* bestimmt.

Die sonstigen Produktionsabgaben abzüglich der Subventionen *npsn* werden als Funktionen der Bruttoproduktion oder der Bruttowertschöpfung geschätzt:

$$(94) \quad npsn_j[t] = f\{ysn_j[t], bwsn_j[t]\}$$

Die Arbeitnehmerentgelte *lsn* werden als Produkt der Arbeitskosten je Beschäftigten *jl_{as}* und der Anzahl der Beschäftigten *bas* definitorisch bestimmt. Die Endogenisierung der Jahreslohnsummen und der Beschäftigten wird weiter unten im Zusammenhang mit anderen Variablen des Arbeitsmarktes diskutiert.

$$(95) \quad lsn_j[t] = 0,000001 * jl_{as_j}[t] * bas_j[t]$$

Die Abschreibungen *dsn* werden durch die Summe des Kapitalstocks der Ausrüstungen und der Bauten in jeweiligen Preisen geschätzt. Dabei werden die Kapitalstöcke in konstanten Preisen *kasr* und *kbsr* mit den Preisen der aktuellen Investitionen *PIA* und *PIB*, also zu Wiederbeschaffungspreisen bewertet:

$$(96) \quad dsn_j[t] = f\{kasr_j[t] * PIA[t] + kbsr_j[t] * PIB[t]\}$$

Der Betriebsüberschuss *gsn* des Sektors *j* ergibt sich definitorisch als Rest:

$$(97) \quad gsn_j[t] = bwsn_j[t] - npsn_j[t] - lsn_j[t] - dsn_j[t]$$

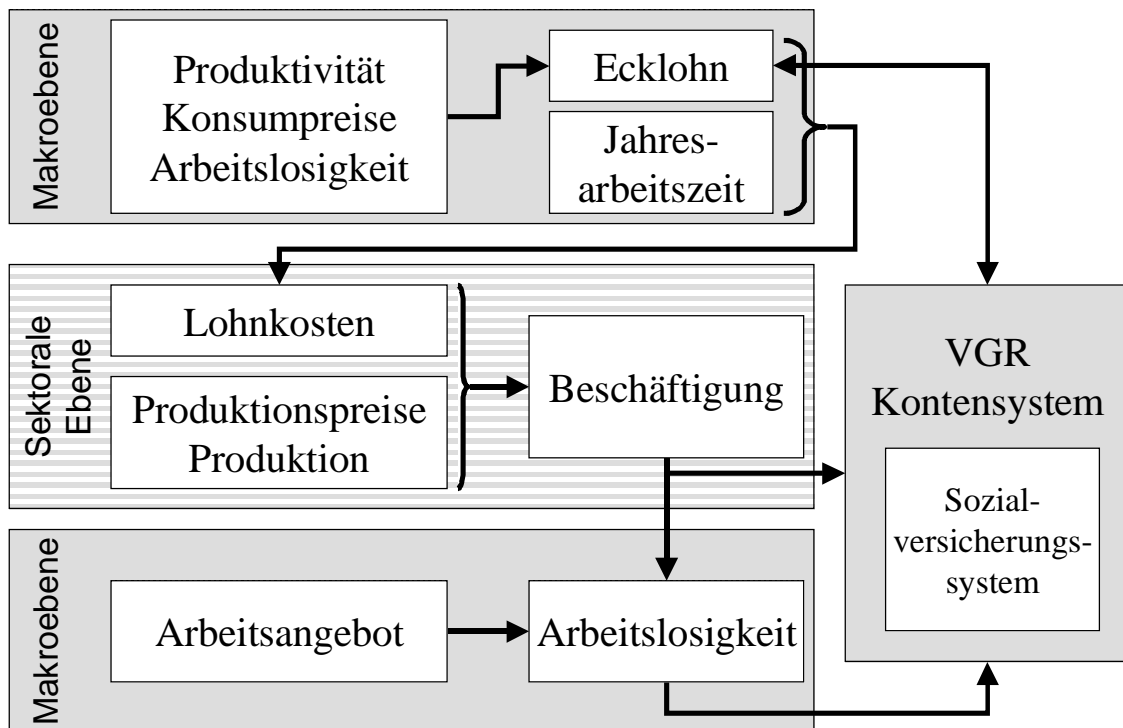
Die Stückkosten *uc* des Wirtschaftsbereichs *j* sind definiert als:

$$(98) \quad uc_j[t] = (ysn_j[t] - gsn_j[t]) / xsr_j[t]$$

2.2.6 Arbeitsmarkt

Auf dem Arbeitsmarkt wird zunächst auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene ein Ecklohnsatz bestimmt. Zusammen mit der durchschnittlichen Jahresarbeitszeit dient diese zur Erklärung der Lohnkosten auf sektoraler Ebene. Die Lohnkosten, die Produktionspreise und die Produktionsmengen determinieren die Beschäftigung auf sektoraler Ebene. Im Zusammenspiel mit dem Arbeitsangebot ergibt sich hieraus auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene die Arbeitslosigkeit. Die Modellierung des Arbeitsmarktes ist konsistent mit dem VGR-Kontensystem und hier insbesondere den verschiedenen Sozialversicherungszweigen verknüpft.

Abbildung 6: Modellierung des Arbeitsmarktes



Im einzelnen stellt sich die Modellierung des Arbeitsmarktes wie folgt dar. In einem ersten Schritt wird der gesamtwirtschaftliche durchschnittliche Stundenlohnsatz *SLS* berechnet. Dazu wird eine Lohnfunktion modelliert, die das Ergebnis der Tarifverhandlungen erklärt. Zu den Determinanten der Lohnfunktion gehören die gesamtwirtschaftliche Produktivität, die sich aus dem Verhältnis des Bruttoinlandsproduktes in konstanten Preisen *BIPR* und der Anzahl der Beschäftigten insgesamt *BAS* ergibt, die Preisentwicklung - dargestellt durch den Preisindex der Lebenshaltung *PLH* sowie die Arbeitgeberbeitragsquote *SOZAGSQ* - und die Arbeitsmarktsituation, die durch die Erwerbslosenquote *ELQ* repräsentiert wird. Die Berücksichtigung der Sozialversicherungsausgaben bei der Preiskomponente bedeutet, dass die Tarifpartner auch die Lohnnebenkosten bei der Lohnfindung mit einbeziehen. Dieser Ansatz kann als Phillips-Kurve interpretiert werden. Die folgende dynamische Formulierung erwies sich gegenüber anderen Ansätzen als überlegen:

$$(99) \quad SLS[t] = f\{BIPR[t-1]/BAS[t-1], PLH[t-1] * (1 + SOZAGSQ[t-1]/100), ELQ[t-1], SOZAGSQ[t-1]\}$$

Zusammen mit der exogen vorgegebenen durchschnittlichen Jahresarbeitszeit eines Beschäftigten *JAB* kann die durchschnittliche Jahreslohnsumme *JLS* ermittelt werden:

$$(100) JLS[t] = SLS[t] * JAB[t]$$

Eine detailliertere Erfassung der Jahresarbeitszeiten für die 59 Wirtschaftszweige war wegen fehlender Daten nicht möglich. *JLS* erklärt dann neben sektorspezifischen Variablen die Bruttolohn- und -gehaltssumme je Beschäftigten der Wirtschaftsbereiche *jls*:

$$(101) jls_j[t] = f\{JLS[t], \dots\}$$

In einem nächsten Schritt werden die Sozialabgabenquoten der Arbeitgeber *sozagsq* ermittelt. Dazu wird in jedem Modelljahr in der jeweiligen ersten Iteration der gesamtwirtschaftliche Beitragssatz *SOZAGSQ* bestimmt. Er ergibt sich aus dem Verhältnis der Geldleistungen der Sozialversicherungen (*GSNGNS*) – Rentenzahlungen und Arbeitslosengeld – zuzüglich der Ausgaben für soziale Sachleistungen (*CSLN*) – überwiegend Ausgaben der Krankenversicherung – abzüglich der Einnahmen der ökologischen Steuerreform (*EGTOE*) – Querfinanzierung der Rentenversicherung – zu der Bruttolohn- und Gehaltssumme der privaten Haushalte (*BLGNH*). Dabei wird auf die Ergebnisse der Vorperiode zurückgegriffen. Außerdem erfolgt eine Kalibrierung für das Jahr 2001 (*Const*).

$$(102) SOZAGSQ[t] = Const[t=2001] * (GSNGNS[t-1] + CSLN[t-1] - EGTOE[t-1] + EGTOE[t=2001]) / BLGSN[t-1]$$

Die Güte dieser Formulierung kann ex-post geprüft werden: Es zeigt sich, dass der Saldo der Einnahmen und Ausgaben des Sozialversicherungssystems um Null schwankt. Anschließend werden die Beitragsquoten der Wirtschaftsbereiche durch die Wachstumsfaktor der gesamtwirtschaftliche Beitragsquote fortgeschrieben:

$$(103) sozagsq_j[t] = SOZAGSQ[t] / SOZAGSQ[t-1] * sozagsq_j[t-1]$$

Die Multiplikation der Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigten mit der Sozialabgabenquote der Arbeitgeber führt zu den Arbeitskosten je Beschäftigten *jlaj*:

$$(104) jlaj[t] = (1 + sozagsq_j[t]) * jls_j[t]$$

Die Arbeitsnachfrage eines Wirtschaftsbereichs – gemessen durch die Anzahl der Beschäftigten *bas* – wird mit der Bruttoproduktion des Sektors und den dort geltenden Arbeitskosten in konstanten Preisen – Deflationierung mit dem Preisindex der Bruttoproduktion nach Wirtschaftsbereichen *ps* – sowie in einigen Bereichen mit einem Zeittrend geschätzt.

$$(105) bas_j[t] = f\{xsr_j[t], jlaj[t]/ps_j[t], ZEIT[t]\}$$

Die Bruttolohn- und Gehaltssumme *blgsn* ergibt sich als Produkt der Bruttolohn- und Gehaltssumme je Beschäftigten und der Anzahl der Beschäftigten.

$$(106) blgsn_j[t] = jls_j[t] * bas_j[t]$$

Die Sozialabgaben der Arbeitgeber werden durch die Multiplikation der entsprechenden Sätze mit der Bruttolohn- und Gehaltssumme bestimmt:

$$(107) sozagsn_j[t] = 0,000001 * sozagsb_j[t] * bas_j[t]$$

Die Anzahl der Selbständigen ses eines Wirtschaftsbereichs ist häufig mit der Anzahl der Beschäftigten korreliert. Gelegentlich besteht aber auch ein Zusammenhang mit der Bruttoproduktion oder der Höhe des Kapitalstocks des Sektors. Die Anzahl der Erwerbstätigen kann anschließend definitorisch bestimmt werden:

$$(108) \text{ses}_j[t] = f\{xsr_j[t], \text{bas}_j[t], (\text{kasr}_j[t] + \text{kbsr}_j[t])\}$$

$$(109) \text{ets}_j[t] = \text{bas}_j[t] + \text{ses}_j[t]$$

Teilt man die Bruttowertschöpfung in konstanten Preisen durch die Erwerbstätigen bzw. die Beschäftigten ergeben sich die Arbeitsproduktivitäten je Erwerbstätigen ape bzw. je Beschäftigten apb :

$$(110) \text{apb}_j[t] = 1000000 * \text{bwsr}_j[t] / \text{bas}_j[t]$$

$$(111) \text{ape}_j[t] = 1000000 * \text{bwsr}_j[t] / \text{ets}_j[t]$$

Die zugehörigen gesamtwirtschaftlichen Variablen ergeben sich durch Aggregation der sektoralen Größen.

Die Zahl der erwerbstätigen Inländer ETI wird aus der Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen geschätzt:

$$(112) \text{ETI}[t] = f\{\text{ETS}[t]\}$$

Die Zahl der Erwerbslosen EL wird durch die Entwicklung des exogenen Erwerbspersonenpotentials EPP , die Zahl der Erwerbstätigen ETS und das Volumen der exogenen Arbeitsbeschaffungsmaßnahmen APM erklärt:

$$(113) \text{EL}[t] = f\{EPP[t], \text{ETS}[t], \text{APM}[t]\}$$

Die Erwerbspersonen setzen sich aus den erwerbstätigen Inländern ETI und den Erwerbslosen EL zusammen. Dann kann auch die Erwerbslosenquote ELQ definitorisch bestimmt werden:

$$(114) \text{EP}[t] = \text{ETI}[t] + \text{EL}[t]$$

$$(115) \text{ELQ}[t] = 100 * \text{EL}[t] / \text{EP}[t]$$

Die Stille Reserve STR ermittelt sich schließlich definitorisch durch Abzug der Zahl der erwerbstätigen Inländer und der Zahl der Erwerbslosen vom exogen vorgegebenen Erwerbstätigenpotenzial:

$$(116) \text{STR}[t] = \text{EPP}[t] - \text{ETI}[t] - \text{EL}[t]$$

2.2.7 Zinsen

Die Entwicklung der Zinsen hängt von zwei exogenen Vorgaben ab: von der Rendite der US-Anleihen mit einer Restlaufzeit von 10 Jahren ($RUSL$) und dem Basiszinssatz der Europäischen Zentralbank ($RDISK$). Während $RUSL$ auch bei den vorhergehenden Modellversionen stets exogen war, wird jetzt auch der $RDISK$ als exogen angesehen, da die Zinsentscheidungen der Europäischen Zentralbank für den gesamten Euro-Raum gelten und damit auch die Entwicklung in anderen europäischen Länder eine entscheidende Rolle spielt, die aber durch INFORGE nicht abgebildet werden kann. Der Kontokorrentzins $RKONT$ und die Umlaufrendite festverzinslicher Wertpapiere $RUML$

werden durch den US-Langfristzins *RUSL* und den Basiszinssatz der EZB *RDISK* erklärt.

2.2.8 Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen

Das Modell bildet das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes sehr detailliert ab. Es werden als institutionelle Transaktoren die Bereiche Nichtfinanzielle Kapitalgesellschaften, Finanzielle Kapitalgesellschaften, Staat, Private Haushalte und Organisationen ohne Erwerbszweck und Übrige Welt unterschieden. Für jeden institutionellen Transaktor werden die folgenden funktionellen Transaktoren geführt: Produktionskonto, Einkommensentstehungskonto, Primäres Einkommensverteilungskonto, Konto der sekundären Einkommensverteilung, Einkommensverwendungskonto, Vermögensänderungskonto und Sachvermögensbildungskonto. Um eine Vorstellung vom Detailgrad der Modellierung des VGR-Kontensystems zu geben ist in Abbildung 7 beispielhaft das Primäre Einkommensverteilungskonto des Staates dargestellt.

Das Kontensystem ist mit dem System der Input-Output-Rechnung konsistent verknüpft. Die Verhaltenshypothesen des Modells betreffen die Ausgaben der institutionellen Transaktoren. Die Summen der Einnahmen einer Transaktionsart sowie die Salden der Konten sind stets definitorisch gegeben. Sofern die empfangenden Transaktoren einer Transaktionsart durch die ökonomisch geschätzten Ausgaben nicht identifiziert sind, erfolgt auch eine ökonomische Schätzung der Einnahmenstruktur, wobei dann zur Wahrung der Konsistenz die Einnahme eines institutionellen Transaktors (i. d. R. des größten) als Rest verbleibt.

Um die Monetären Sozialleistungen des Staates *GMSLNS* besser erklären zu können, werden sie in sogenannte „Geldleistungen der Sozialversicherung des Staates in jeweiligen Preisen“ *GSNGNS* und „sonstige monetäre Sozialleistungen des Staates in jeweiligen Preisen“ *SMSNNS* aufgeteilt.

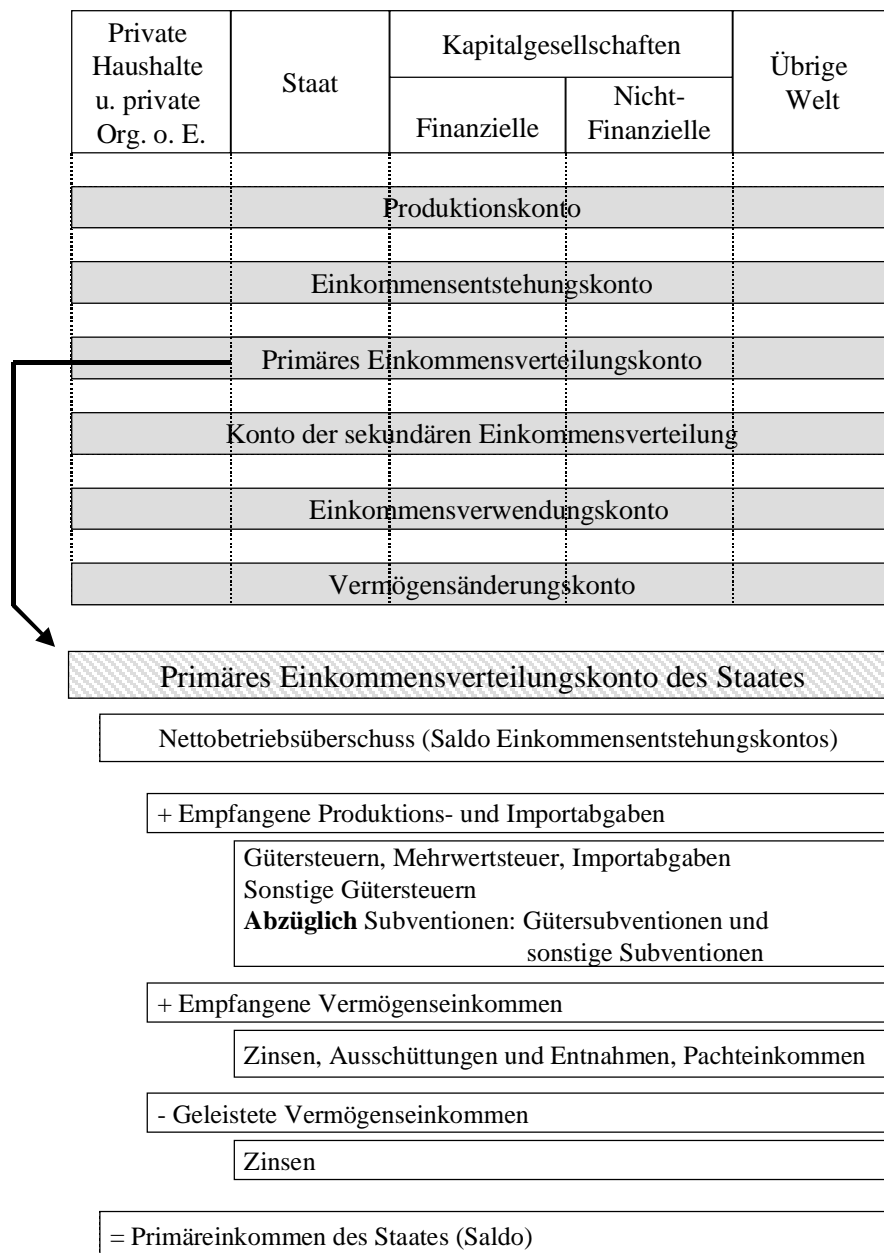
Die Geldleistungen der Sozialversicherungen umfassen Geldleistungen, die im Zusammenhang mit Beitragszahlungen erfolgen. Dazu zählen Renten, Arbeitslosengeld und Geldleistungen der gesetzlichen Krankenversicherung (vgl. Statistisches Bundesamt 2002, Fachserie 18, Reihe 1.3, Tab. 3.4.4.1 und Tab. 3.4.4.6). Dementsprechend wird folgender Ansatz zur Erklärung gewählt: Zuerst wird die Eckrente, die zumeist zum 1.7. eines Jahres wegen der Rentenanpassung berechnet werden kann (vgl. Verband deutscher Rentenversicherungsträger), auf Jahresdurchschnittswerte umgerechnet (*ERENTE*). Die Fortschreibung der Eckrente erfolgt mit Hilfe der Eckrente des Vorjahres $ERENTE[t-1]$ und der Veränderung des Preisindex der Lebenshaltung *PLH*.

$$(117) \text{ERENTE}[t] = \text{ERENTE}[t-1] * (\text{PLH}[t]/\text{PLH}[t-1])$$

Multipliziert mit der Anzahl der Personen älter als 65 Jahre (*OLDER*) ergibt sich eine Kenngröße für die Höhe der Rentenzahlungen *GSRVNS*.

$$(118) \text{GSRVNS}[t] = f\{\text{ERENTE}[t] * \text{OLDER}[t]\}$$

Abbildung 7: Modellierung des Kontensystems der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen



Um die Höhe des Arbeitslosengeldes zu erfassen, wird die Zahl der Erwerbslosen EL mit der Jahreslohnsumme JLS multipliziert:

$$(119) \text{ GSAVNS}[t] = f\{EL[t] * JLS[t]\}$$

Die Höhe der Geldleistungen der Unfallversicherung wird durch die Anzahl der Beschäftigten BAS erklärt.

$$(120) \text{ GSUVNS}[t] = f\{BAS[t]\}$$

Die Geldleistungen der übrigen Sozialversicherungszweige, welche von ihrem Umfang her eher unbedeutend sind, werden entweder als konstant angenommen (Geldleistungen der Krankenversicherung $GSKVNS$ und Geldleistungen der Pflegeversicherung $GSPVNS$) oder werden trendmäßig fortgeschrieben (Geldleistungen

der Übrigen Welt *GSUWNS*). Die gesamten Geldleistungen der Sozialversicherungen ergeben sich durch Addition der verschiedenen Sozialversicherungszweige:

$$(121) \text{GSNGNS}[t] = \text{GSRVNS}[t] + \text{GSAVNS}[t] + \text{GSUVNS}[t] + \text{GSKVNS}[t] + \text{GSPVNS}[t] + \text{GSUWNS}[t]$$

Die sonstigen Sozialen Sachleistungen umfassen Pensionen, Beihilfen, Kindergeld oder auch Sozialhilfe. Dabei handelt es sich um Zahlungen, die nicht auf Grund von Beiträgen erfolgen und damit aus Steuermitteln finanziert werden. Daher geht zum einen die Eckrente in die Erklärung ein – es wird angenommen, dass die Pensionen eine ähnliche Entwicklung wie die gesetzlichen Renten aufweisen – und zum zweiten wird die Anzahl der Erwerbslosen *EL* als Kenngröße für die Fallzahlen im Bereich der Sozialhilfe und der Arbeitslosenhilfe verwandt.

$$(122) \text{SMSNNS}[t] = f\{\text{ERENTE}[t] * \text{OLDER}[t], \text{EL}[t]\}$$

Um eine Kontrolle der Entwicklung der Finanzierungssituation des beitragsfinanzierten sozialen Sicherungssystem zu haben, wird ein Saldo *SOVSAL* der Einnahmen und Ausgaben gebildet. Der Saldo ist allerdings nur als eine grobe Annäherung zu sehen, da eine genauere Erfassung eine Aufspaltung der beitragsfinanzierten Sozialversicherungen bedürfte. Von den insgesamt gezahlten Sozialbeiträgen der Privaten Haushalte *GSBNH* werden zuerst die monetären Sozialleistungen *GSNGNS* abgezogen. Allerdings gibt es auch Sachleistungen des beitragsfinanzierten Sozialversicherungssystems. Diese sind näherungsweise durch die Konsumnachfrage des Staates nach Sozialen Sachleistungen *CSLN* abbildbar. Ferner muss die im Zuge der Ökologischen Steuerreform vorgenommene Querfinanzierung der Rentenfinanzierung berücksichtigt werden. Es wird angenommen, dass das gesamte Steueraufkommen dieser Steuer *EGTOE* in die Rentenversicherung eingestellt wird, daher wird sie in voller Höhe addiert:

$$(123) \text{SOVSAL}[t] = \text{GSBNH}[t] - \text{GSNGNS}[t] - \text{CSLN}[t] + \text{EGTOE}[t]$$

Obwohl dieser Saldo nur eine ungefähre Entwicklung der Finanzierungssituation gibt, sollte er dennoch im langfristigen Durchschnitt nicht wesentlich unterhalb bzw. oberhalb der Entwicklung in der Vergangenheit liegen. Da der dargestellte Zusammenhang auch bei der Beitragssatzberechnung berücksichtigt wird, ist dieses hinlänglich gewährleistet.

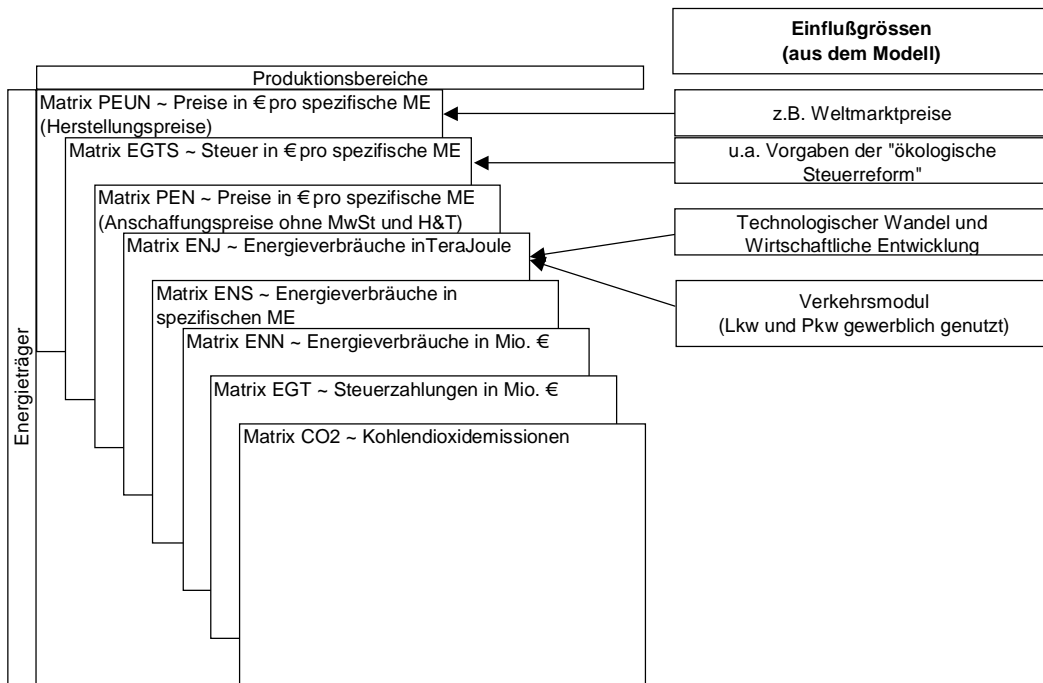
2.3 ENERGIEVERBRAUCH UND EMISSIONEN

Der Energieverbrauch und die mit ihm zusammenhängenden Luftschadstoffemissionen werden für den Unternehmenssektor und die Haushalte getrennt ermittelt. In den folgenden Abbildungen werden die wichtigsten Matrizen und Vektoren beider Sektoren abgebildet.

Abbildung 8 zeigt wie ausgehend von den Preisentwicklungen, den Steuern und den Energieverbräuchen die Ausgaben für Energie (ENN), die Steuerzahlungen (EGT) und die CO₂-Emissionen (CO₂) für 30 Energieträger und 121 Produktionsbereiche berechnet werden. Die übrigen energiebedingten Luftschadstoffe werden wie die CO₂-Emissionen berechnet, wobei sich die Emissionsfaktoren im Zeitablauf ändern können.

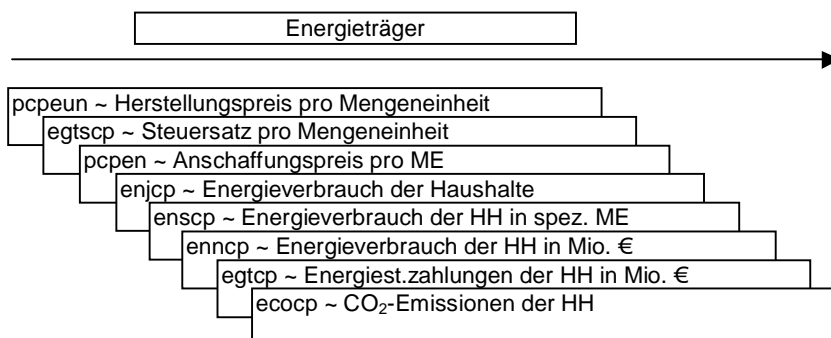
Deutlich wird an dieser Stelle der Detailliertheitsgrad der Modellierung. Beispielsweise können jedem Energieverbrauch spezifische Steuersätze zugeordnet werden, so dass sich Steuereingriffe unmittelbar in die Preise und damit auch in den Energienachfragen widerspiegeln. H&T steht für Handels- und Transportdienstleistungen.

Abbildung 8: Die wichtigsten Matrizen für den Unternehmenssektor im Überblick



Wie für die Unternehmen wird auch für die Haushalte dieselbe Bandbreite an Informationen erfasst (Abbildung 9). Im Unterschied zu den Unternehmen liegen hier nur Vektoren vor. Die Einflussfaktoren sind im wesentlichen die gleichen wie bei den Unternehmen. Neben dem Verkehrsmodul, für das die Kfz-Bestände von großer Bedeutung sind, gehen aber auch zur Bestimmung des Energieverbrauchs für die Heizungswärme die Wohnungsbestände in die Erklärung der Energieeinsatzes ein.

Abbildung 9: Die wichtigsten Vektoren für den Haushaltsektor im Überblick



2.3.1 Unternehmen

2.3.1.1 Bestimmung der Preise und Steuersätze

In einem ersten Schritt werden für die 30 Energieträger e die absoluten Herstellerpreise $pvgeun$ in € pro physischer Einheit geschätzt. Sie werden im wesentlichen durch die Entwicklung an den internationalen Energiemärkten, die durch die zugehörigen Importpreise pim erfasst werden, geprägt:

$$(124) \quad pvgeun_e = f(pim_j[t])$$

Die Preismatrix $PEUN$, welche die absoluten Herstellungspreise der 30 Energieträger nach 59 abnehmenden Wirtschaftsbereichen unterteilt, wird zeilenweise mit den Wachstumsraten des geschätzten Vektors $pvgeun$ fortgeschrieben.

$$(125) \quad PEUN_{ej} = PEUN_{ej}[t-1] * pvgeun_e[t] / pvgeun_e[t-1]$$

Die Steuermatrix $EGTS$ enthält die Steuersätze pro Mengeneinheit für die 30 Energieträger e in den 59 Produktionsbereichen j , die als exogene Variablen im jeweiligen Szenario vorgegeben werden. Dabei sind insbesondere die Ausnahmen von der Strom-, Heizöl- und Erdgassteuer entsprechend der aktuellen (Ökosteuern-) Gesetzgebung berücksichtigt.¹

Durch Addition der Herstellpreise und der Gütersteuern pro physischer Einheit kann die Matrix der Anschaffungspreise ohne Handels- und Transportleistungen und ohne Mehrwertsteuer PEN berechnet werden:

$$(126) \quad PEN_{ej}[t] = PEUN_{ej}[t] + EGTS_{ej}[t]$$

Anschließend werden die Matrizen der Indizes der Anschaffungspreise PEI und der Herstellpreise $PEUI$ sowie der Preisindexvektor für die Herstellungspreise $pvgeu$ für das Basisjahr 1995 berechnet.

$$(127) \quad PEI_{ej}[t] = 100 * PEN_{ej}[t] / PEN_{ej}[1995]$$

$$(128) \quad PEUI_{ej}[t] = 100 * PEUN_{ej}[t] / PEUN_{ej}[1995]$$

$$(129) \quad pvgeu_e[t] = 100 * pvgeun_e[t] / pvgeun_e[1995]$$

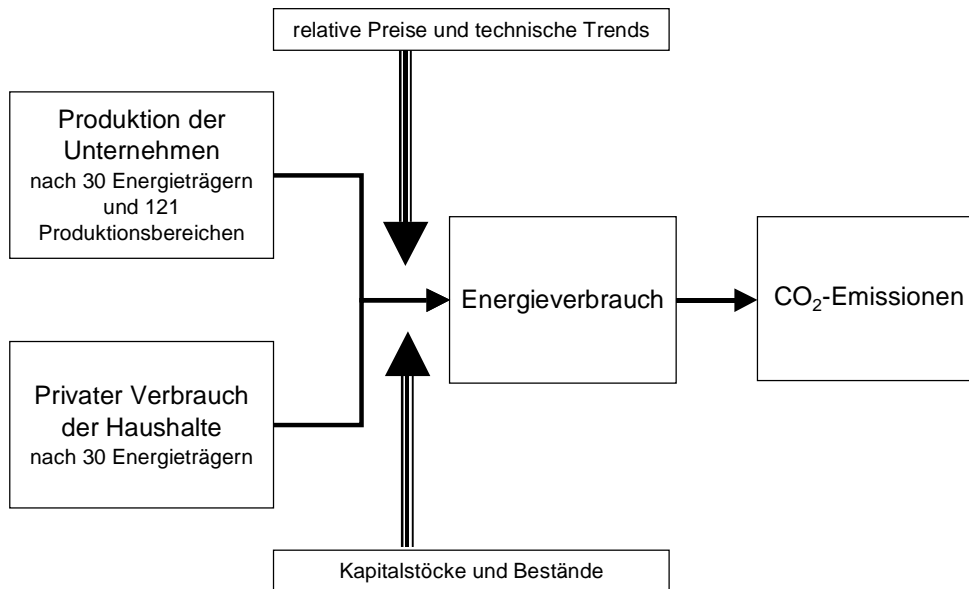
2.3.1.2 Bestimmung der Energieinputkoeffizienten

Die Energieinputkoeffizienten in Joule $LEKJ$ werden für 121 Produktionsbereiche L und 30 Energieträger geschätzt. Dabei sind die Inputkoeffizienten als Relation der Energieinputs in Joule der 121 Produktionsbereiche und der zugehörigen Bruttoproduktionswerte in konstanten Preisen in der aggregierteren Gliederung der 59 Produktionsbereiche definiert. Diese Vorgehensweise ist erforderlich, weil Produktionswerte nach 121 Bereichen nicht vorliegen. Als Erklärende gehen die relativen Preise (Preis des Energieträgers PEI im Verhältnis zum Produktionspreis pg) Kapitalstöcke $kasr$, Produktionsmengen xrs und Zeittrends ein.

$$(130) \quad LEKJ_{eL} = f(PEI_{ej}[t], pg_j[t], xrs_j[t], kasr_j[t], ZEIT[t])$$

¹ vgl. dazu ausführlich Bach et al. 2001

Abbildung 10: Überblick Energie- und Emissionsmodul



Für die Stahlerzeugung und die Erzeugung elektrischen Stroms ist wegen der besonderen Bedeutung des Energieverbrauchs für die Produktion ein zweistufiges Verfahren vorgesehen. In der ersten Stufe wird bei der Stahlerzeugung der Energieverbrauch insgesamt in Abhängigkeit von der Produktion des Sektors und einem Produktivitätstrend bestimmt, in der zweiten Stufe werden dann die Anteile der einzelnen Energieträger am gesamten Energieverbrauch des Sektors in Abhängigkeit von relativen Preisen und Trends ermittelt.

Für die Stromerzeugung soll die Modellierung wegen der besonderen Rolle dieses Sektors ausführlich dargestellt werden. Die Stromproduktion wird in Strom aus fossilen Verbrennungsprozessen und Kernenergie einerseits und in Strom aus Wasserkraft, Windenergie, Photovoltaik und sonstigen regenerativen Energien andererseits, die keinerlei Verbrennungsprozesse erfordern, zerlegt. Der Anteil regenerativer Stromerzeugung ist exogen vorgegeben, weil in diesem Bereich die staatliche Förderung die Entwicklung dominiert.

Die Summe der fossilen Energieinputs und des Kernenergieinputs gemessen in Joule wird durch die Produktion des nichtregenerativen Stroms – gleichfalls gemessen in Joule – erklärt. Der Kernenergieinput ist durch den beschlossenen Ausstieg weitgehend exogen vorgegeben, die Anteile der fossilen Energieträger werden durch ihre relativen Preise und Zeittrends erklärt. Der Anteil der Steinkohle wird als Rest bestimmt.

Nach der Bestimmung aller Energieinputs für die 121 Produktionsbereiche werden die *LEKJ* zu den Energieinputs *EKJ* nach 59 Produktionsbereichen zusammengefasst.

Für den Verbrauch an Diesel- und Ottokraftstoff kann auf die detaillierteren Informationen des Verkehrsmoduls zurückgegriffen werden.

2.3.1.3 Bestimmung des Energieverbrauchs und Anbindung der vier Energiezeilen der Input-Output-Rechnung

Die Energieinputkoeffizienten in Joule EKJ werden in physische Einheiten EKS und anschließend in Wertkoeffizienten AR zu konstanten Preisen umgerechnet. Die einzelnen Schritte bis dahin sind definitorisch und werden im Folgenden dargestellt. Die $FEKSJ$ sind feste Umrechnungsfaktoren von Joule in spezifische Energieeinheiten:

$$(131) EKS_{ej}[t] = EKJ_{ej}[t] * FEKSJ_e[2001]$$

Werden die Energieinputkoeffizienten in spezifischen Einheiten EKS mit den absoluten Herstellungspreisen $PEUN$ bewertet, ergeben sich die Energieinputkoeffizienten in Mio. € Ferner wird an dieser Stelle eine Umrechnung in Mrd. € vorgenommen. Durch die Division mit den zugehörigen Preisindizes $pvgeu$ ergeben sich die Energieinputkoeffizienten EKR in konstanten Preisen in Mrd. €

$$(132) EKR_{ej}[t] = (EKS_{ej}[t] * PEUN_{ej}[t] / 1000) / pvgeu_e[t]$$

Die Niveaus des Energieeinsatzes in Joule ENJ und in physischen Einheiten ENS werden durch Multiplikation mit der realen Bruttonproduktion xgr des jeweiligen Sektors j berechnet:

$$(133) ENJ_{ej}[t] = EKJ_{ej}[t] * xgr_j[t]$$

$$(134) ENS_{ej}[t] = EKS_{ej}[t] * xgr_j[t]$$

Die entsprechenden Vektoren der Energienachfrage des Unternehmensbereichs insgesamt in Terajoule $enjvg$ bzw. in physischen Einheiten $ensvg$ ergeben sich durch Summierung der sektoralen Größen:

$$(135) enjvg_{ee}[t] = S_j(ENJ_{ej}[t])$$

$$(136) ensvg_e[t] = S_j(ENS_{ej}[t])$$

Die Werte des Energieeinsatzes in € werden in jeweiligen ENN und in konstanten Preisen ENR durch Multiplikation der physischen Einheiten mit den zugehörigen Herstellpreisen $PEUN$ und Division der sich ergebenden Werte in jeweiligen Preisen durch den zugehörigen Herstellerpreisindex $PEUI$ berechnet:

$$(137) ENN_{ej}[t] = ENS_{ej}[t] * PEUN_{ej}[t]$$

$$(138) ENR_{ej}[t] = ENN_{ej}[t] / PEUI_{ej}[t]$$

Die Energieinputkoeffizienten EKR der 30 Energieträger e werden zu denen der vier Gütergruppen der Input-Output-Rechnung 4 (Kohle, Torf), 5 (Erdöl, Erdgas), 17 (Kokerei- und Mineralölerzeugnisse), 32 (Erzeugung und Verteilung von Energie) aggregiert ($EKRV$ und $EKNV$) und am aktuellen Rand an die Daten der Input-Output-Rechnung angepasst. Im Jahr 2001 werden Faktormatrizen $DIFFAR$ und $DIFFAN$ zur Umrechnung berechnet:

$$(139) DIFFAR_{4,5,17,32,j}[t] = AR_{4,5,17,32,j}[t] / EKRV_{4,5,17,32,j}[t]$$

$$(140) DIFFAN_{4,5,17,32,j}[t] = AN_{4,5,17,32,j}[t] / EKNV_{4,5,17,32,j}[t]$$

Mittels dieser Faktormatrizen erfolgt die Anbindung der EKR und EKN an die AR und AN Matrizen für alle folgenden Jahre

$$(141) AR_{4,5,17,32,j}[t] = DIFFAR_{4,5,17,32,j}[t] * EKRV_{4,5,17,32,j}[t]$$

$$(142) AN_{4,5,17,32,j}[t] = DIFFAN_{4,5,17,32,j}[t] * EKNV_{4,5,17,32,j}[t]$$

2.3.1.4 Steuerzahlungen, Gütersteuern für die Energiezeilen und Anschaffungspreise

Die Energiesteuern EGT werden durch Multiplikation der Steuersätze $EGTS$ mit den physischen Verbrauchsmengen ENS berechnet.

$$(143) EGT_{ej}[t] = EGTS_{ej}[t] * ENS_{ej}[t]$$

Die Matrix EGT wird zu den Steuerzahlungen der vier Energiezeilen aggregiert und dann in den Vektor $sgutvgn$ an den entsprechenden Zeilen verbucht. So wird sichergestellt, dass die Energiesteuerzahlungen der Unternehmen im Kontensystem der VGR auch als Einnahmen des Staates verbucht werden.

$$(144) sgutvgn_{4,5,17,32,j}[t] = S_e S_j (EGT_{ej}[t])$$

Der Vektor $egtvge$ gibt Auskunft über die Steuerzahlungen differenziert nach den Energieträgern:

$$(145) egtvge_e[t] = S_j (EGT_{ej}[t])$$

Die durchschnittlichen Energiesteuerzahlungen der Unternehmen pro spezifische Einheit ergeben sich dann definitorisch:

$$(146) egtsvg_e[t] = egtvge_e[t] / ensvg_e[t]$$

Im Folgenden werden die Anschaffungspreise für spezifische Einheiten $pvgen$ und der dazugehörige Preisindex $pvge$ ermittelt

$$(147) pvgen_e[t] = pvgeun_e[t] + egtsvg_e[t]$$

$$(148) pvge_e[t] = pvgen_e[t] / pvge_e[1995]$$

Weitere definitorische Größen sind der Energieverbrauch der Unternehmen in jeweiligen und konstanten Anschaffungspreisen in Mio. DM bei ausschließlicher Berücksichtigung der Energiesteuern.

$$(149) vgen_e[t] = pvgen_e[t] * ensvg_e[t]$$

$$(150) vger_e[t] = vgen_e[t] / pvge_e[t]$$

2.3.2 Private Haushalte

2.3.2.1 Bestimmung der Preise

Wie bei den Unternehmen werden auch bei den privaten Haushalten die absolute Herstellerpreise $pcpeun$ in € pro physischer Einheit in Abhängigkeit von den Importpreisen pim und den Stückkosten uc geschätzt:

$$(151) pcpeun_e[t] = f(pim_j[t], uc_j[t], \dots)$$

Mit den exogen vorgegebenen Energiesteuersätzen, die den aktuellen Gesetzesstand berücksichtigen, kann der Steuervektor pro Mengeneinheit $egtscp$ ermittelt werden. Der Vektor der Anschaffungspreise ohne Handels- und Transportleistungen und ohne

Mehrwertsteuer $pcpen$ wird durch Addition der Herstellpreise und des Vektors der Gütersteuern pro physischer Einheit $egtscp_e$ bestimmt:

$$(152) pcpen_e[t] = pcpeun_e[t] + egtscp_e[t]$$

Die Anschaffungspreise $pcpe$ und die Herstellpreise $pcpeu$ werden als Indizes mit dem Basisjahr 1995 berechnet:

$$(153) pcpeu_e[t] = pcpeun_e[t] / pcpeu_e[t]$$

$$(154) pcpe_e[t] = pcpen_e[t] / pcpe_e[t]$$

2.3.2.2 Bestimmung des Energieverbrauchs in Joule und in spezifischen Einheiten

Der Energieverbrauch an Benzin und Diesel ergeben sich aus dem Modul für die Kfz-Bestände. Die Verbrauch der Energieträger feste Brennstoffe, leichtes Heizöl und Gas, die für die Erzeugung von Raumwärme eingesetzt werden, werden zunächst gemeinsam als $HEIZJH$ bestimmt. Für die Entwicklung des Einsatzes an Heizenergie die durchschnittliche Quadratmeterzahl pro Wohnung $WOHNQM$ und der Wohnungsbestand für Ein-, Zwei- sowie Drei- und Mehrfamilienhäuser ($EINSUMB$, $ZWEISUMB$, $DREISUMB$), die Gradtagzahl GTZ und die Preise von leichtem Heizöl $pcpe_{14}$ und Erdgas $pcpe_{22}$: in Relation zum Preisindex der Lebenshaltung PLH eine Rolle:

$$(155) HEIZJH[t] = f((EINSUMB[t]+ZWEISUMB[t]+DREISUMB[t]) * \\ WOHNQM[t], GTZ[t], (pcpe_{14}[t]+pcpe_{22}[t])/PLH[t])$$

Im zweiten Schritt werden dann die Anteile der einzelnen Energieträger in Abhängigkeit von relativen Preisen zwischen den Energieträgern (e und f) und Trends bestimmt:

$$(156) enjcp_e[t] = f(pcpe_e[t] / pcpe_f[t]) / ZEIT[t]$$

Unter Verwendung der Umrechnungsfaktoren von Joule auf spezifische Einheiten der Unternehmen kann der Verbrauch in spezifischen Einheiten bestimmt werden:

$$(157) enscp_e[t] = fcpens_e[t] * enjcp_e[t]$$

Durch die Bewertung mit den oben bestimmten Anschaffungspreise ergibt sich der Energieverbrauch der Haushalte in jeweiligen Preisen $cpen$. Durch Deflationierung mit dem dazugehörigen Preisindex $pcpe$ ergibt sich $cper$, der Energieverbrauch in Mrd. € der privaten Haushalte. Außerdem erfolgt eine Aggregation zu den Energiezeilen (11, 12, 13, 14, 26) der Konsumverwendungszwecke $cpvr_k$, wobei Anpassungsfaktoren berücksichtigt werden.

$$(158) cpen_e[t] = enscp_e[t] * pcpen_e[t]$$

$$(159) cper_e[t] = cpen_e[t] / pcpe_e[t]$$

$$(160) cpvr_k[t] = fcpvk[t] * S_e(cper_e[t])$$

2.3.2.3 Bestimmung der Herstellungspreise und Steuern

Die Berechnung des Verbrauchs der privaten Haushalte nach Herstellungspreisen in konstanten $cpeur$ und jeweiligen Preisen $cpeun$ erfolgt als nächstes. Dazu werden die Energieverbräuche in spezifischen Einheiten $enscp$ mit dem absoluten Preisen pro spezifische Einheit $pcpeun$ multipliziert

$$(161) cpeun_e[t] = enscp_e[t] * pcpeun_e[t]$$

$$(162) cpeur_e[t] = cpeun_e[t] / pcpeun_e[t]$$

Die Steuerzahlungen nach Energieträgern ergeben sich durch Multiplikation der physischen Verbräuche $enscp$ mit den Steuerzahlungen pro Menge $egtscp$. Die sich ergebenden Steuerzahlungen werden beim Vektor der Gütersteuern der privaten Haushalte $sgutcpn$ gegengebucht.

$$(163) egtcp_e[t] = egtscp_e[t] * enscp_e[t]$$

Als nächstes werden die Preise für die vier Energiezeilen $pcpeuv$ (4 ~ Kohle und Torf, 5 ~ Erdöl und Erdgas, 17 ~ Kokereierzeugung, 32 ~ Strom) ermittelt, welche die Entwicklung der Konsumpreise nach Gütergruppen im Herstellungspreiskonzept $pcpu$ für die Zeilen bestimmen.

$$(164) pcpeuv_{4,5,17,32,j}[t] = cpeunv_{4,5,17,32,j}[t] / cpeurv_{4,5,17,32,j}[t]$$

2.3.3 Bestimmung der Luftschadstoffemissionen am Beispiel der CO₂-Emissionen

Im Folgenden wird die Berechnung der Emissionen am Beispiel CO₂ beschrieben. Dabei wird zwischen den energiebedingten Emissionen der Unternehmen, der privaten Haushalte und prozessbedingten Emissionen unterschieden.

2.3.3.1 Energiebedingte Emissionen der Unternehmen

Die emissionsrelevanten Energieverbräuche stehen in einem festen Verhältnis zu den Verbräuchen in Joule. Die Matrix $LFEEJ$ ermöglicht diese Umrechnung für 30 Energieträger e und 121 Produktionsbereiche L :

$$(165) LEEJ_{eL}[t] = LFEEJ_{eL}[t] * LENJ_{eL}[t]$$

Von den emissionsrelevanten Energieverbräuchen kann durch einen ebenfalls konstanten Faktor $LFECO$, den Kohlenstoffgehalt der Energieträger, auf die CO₂-Emissionen geschlossen werden. Für einige der anderen betrachteten Luftschadstoffe sind die Verhältnisse zwischen Energieverbrauch und Emissionen, die sog. Emissionsfaktoren durch technische Maßnahmen veränderbar. Im Verkehrsbereich wird dabei auf Vorgaben des TREMOD-Modells zurückgegriffen.

$$(166) LECO_{eL}[t] = LFECO_{eL}[t] * LEEJ_{eL}[t]$$

Daraus können auch die energiebedingten Emissionen der Unternehmen nach Energieträgern $ecovg$ und insgesamt $CO2U$ definitorisch berechnet werden:

$$(167) ecovg_e[t] = S_L (LECO_{eL}[t])$$

$$(168) CO2U[t] = S_L (lecovg_L[t])$$

2.3.3.2 Prozessbedingten Emissionen der Unternehmen

Für die nicht-energiebedingten Emissionen wird auf Projektionen des UBA zurückgegriffen. Liegen keine Angaben vor, so werden feste Koeffizienten zwischen Emissionen und Produktionswert in konstanten Preisen $lxgr$ des Jahres 2001 angenommen:

$$(169) lecopr_L[t] = flecopr_L[t] * lxgr_L[t]$$

Durch Aggregation ergibt sich die Summe dieser Emissionen $CO2M$:

$$(170) CO2M[t] = S_L (lecopr_L[t])$$

2.3.3.3 Emissionen der Haushalte

Für die privaten Haushalte gilt ein analoges Verfahren: Auch hier sind die Faktoren zwischen dem Energieverbrauch $enjcp$ und dem emissionsrelevanten Energieverbrauch $eejcp$ konstant. Jeder Energieverbrauch der Privaten Haushalte ist auch emissionsrelevant:

$$(171) eejcp_e[t] = feejcp_e[t] * enjcp_e[t]$$

Die Emissionen ergeben sich dann ebenfalls über ein konstantes Verhältnis gemäß Kohlenstoffgehalt:

$$(172) ecocp_e[t] = fecocp_e[t] * eejcp_e[t]$$

Durch Aggregation erhält man die Emissionen der Haushalte insgesamt:

$$(173) CO2C[t] = S_L (lecocp_L[t])$$

2.3.3.4 Emissionen insgesamt

Die Emissionen nach Energieträgern $ecoet$ ergeben sich durch Addition:

$$(174) ecoet_e[t] = ecovg_e[t] + ecocp_e[t]$$

Die Emissionen für den Energieeinsatz insgesamt sind dann:

$$(175) CO2E[t] = S_L (ecoet_e[t])$$

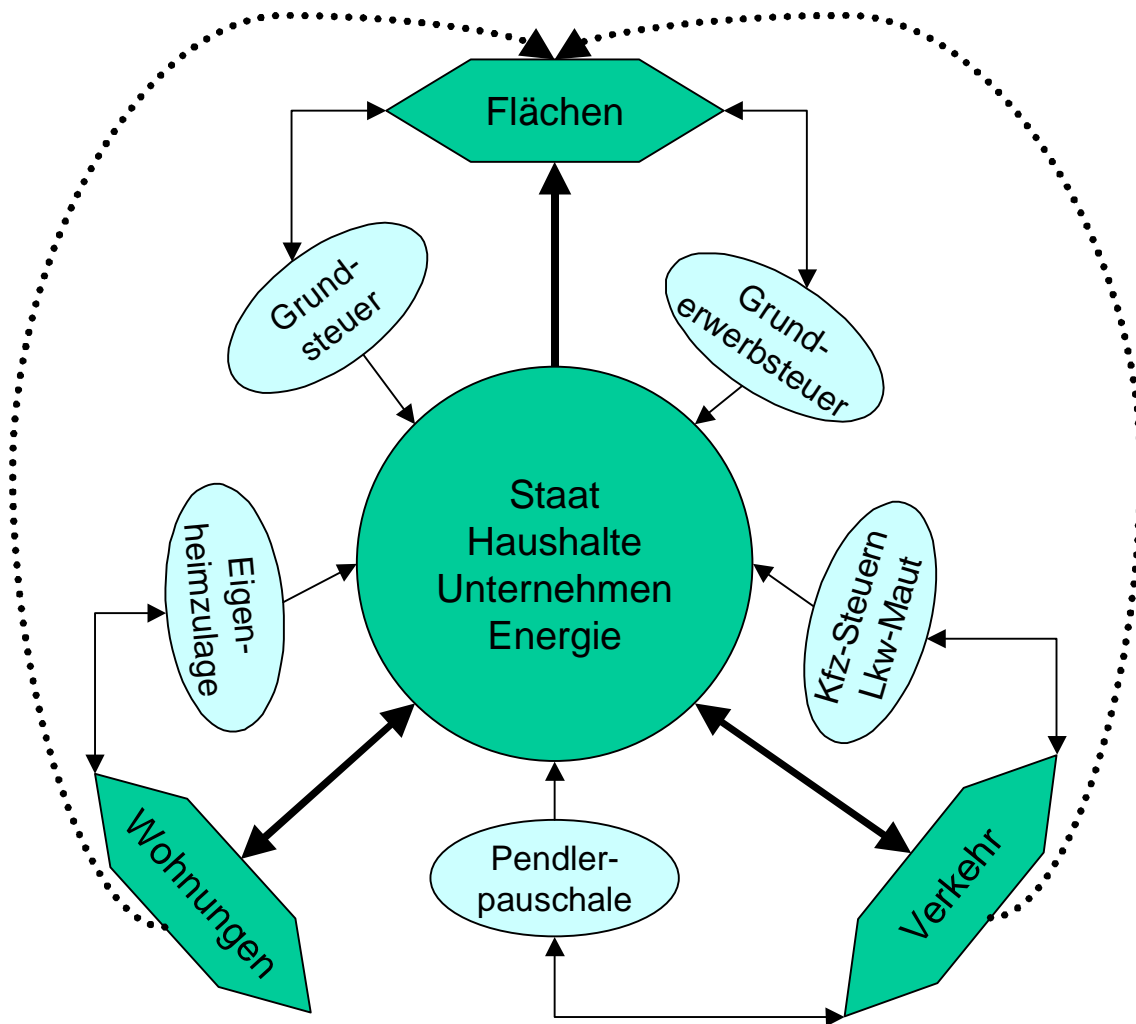
Die Summe aller Emissionen ergibt sich aus den energie- und den prozessbedingten Emissionen:

$$(176) CO2[t] = CO2E[t] + CO2M[t]$$

3 ERWEITERTE MODULE VON PANTA RHEI

In der aktuellen Modellversion sind die Bereiche Fläche, Wohnungen und vor allem Verkehr deutlich ausgebaut worden. Im Folgenden werden diese drei Module von PANTA RHEI (Verkehr, Wohnungen und Fläche) beschrieben. Das Modell ist auch um 11 Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung erweitert worden, deren Erfassung im Modell abschließend dargestellt wird.

Abbildung 11: Erweiterte Module und wesentliche dafür in PANTA RHEI abgebildete Steuerungsinstrumente



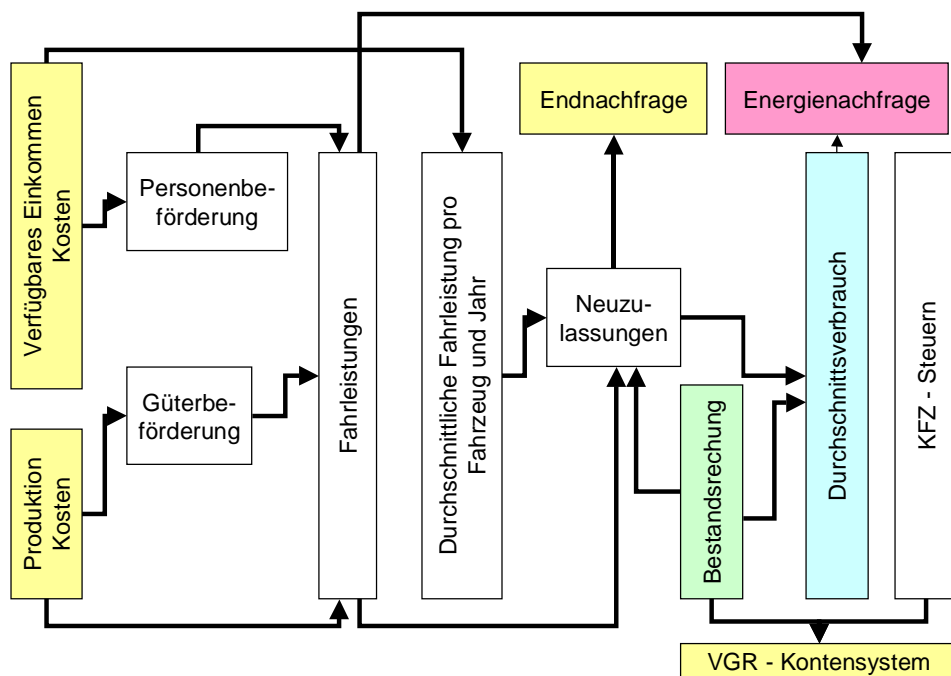
Die Abbildung beschreibt den Zusammenhang zwischen den erweiterten Modulen, dem Kern von PANTA RHEI und den wichtigsten derzeit für diese Bereiche erfassten Steuerungsinstrumenten, die wechselseitig diese Module und das Gesamtmodell bestimmen. Am Beispiel des Verkehrs werden die Zusammenhänge kurz erläutert: Die Ergebnisse des Verkehrsmoduls bestimmen die Höhe der Steuerermäßigung durch die Pendlerpauschale und die Höhe der Kfz-Steuer. Beide steuerlichen Instrumente wirken auf die Entwicklung von PANTA RHEI. Es kommt zu Verhaltensänderungen bei Unternehmen, Haushalten und beim Staat, die wiederum Veränderungen von Verkehrsleistungen absolut und/oder strukturell hervorrufen. Gleichzeitig nimmt das

Verkehrsmodul mit den Ergebnissen hinsichtlich der Verkehrsstrecken Einfluss auf das Flächenmodul.

3.1 VERKEHRSMODUL

Die folgende Abbildung beschreibt den Zusammenhang des Verkehrsmoduls, das auf dem Verkehrsdatensatz der UGR (Adler 2003) beruht, mit dem übrigen Modell PANTA RHEI und gibt einen Eindruck von den Verknüpfungen innerhalb des Modells.

Abbildung 12: Verkehrsmodul im Überblick



Ausgehend von der Produktion, den Einkommen und den jeweiligen Kostenstrukturen werden zuerst die Personen- und Güterbeförderungsleistungen gemessen in Personenkilometern (pkm) und Tonnenkilometern (tkm) ermittelt. Neben weiteren Einflussgrößen bestimmen die Beförderungsleistungen die Fahrleistungen in km. Für die Fahrzeuge wird dann eine jährliche Fahrleistung (km/Fahrzeug) berechnet, die vor allem bei den Haushalten von der Entwicklung des Verfügbaren Einkommens und den Kosten für z.B. Kraftstoffe abhängt. Im Zusammenhang mit der Bestandsrechnung ergeben sich dann die Neuzulassungen, welche die Endnachfrage nach Fahrzeugen im ökonomischen Kernmodell bestimmen. Für die Neuzulassungen wird eine Entwicklung der Durchschnittsverbräuche unterstellt, die an die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie angelehnt ist. Durch die Berücksichtigung der Neuzulassungen in einem Vintage-Modell für die Bestandsrechnung kann dann der Durchschnittsverbrauch nach Fahrzeugtypen für die gesamte Fahrzeugflotte ermittelt werden. Zusammen mit den Fahrleistungen gehen die Durchschnittsverbräuche in die Berechnung der Energieverbräuche ein. Letztlich wird das Ergebnis der Kfz-Steuerberechnung unter Berücksichtigung der Bestandsrechnung in das Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen überführt. Die Modellierung wird im Folgenden detailliert dargestellt.

3.1.1 Beförderungs- und Fahrleistungen

Die Güterbeförderungsleistungen werden nach Straße, Eisenbahn, Luftfahrt und Schifffahrt unterteilt, wobei die Güterbeförderungsleistung auf der Straße ausschließlich durch Lkw erbracht wird. Die Güterbeförderungsleistungen der Lkw in Mio. tkm werden in einem ersten Schritt nach 71 Produktionsbereichen $gblkw$ bestimmt. Dazu werden die Produktionsentwicklung nach 71 Produktionsbereichen $mxgr$ und die variablen Stückkosten des Verkehrs relativ zum jeweiligen Produktionspreis pg in den Funktionen auf ihren Einfluss getestet. Die variablen Kosten pro gefahrenen Kilometer werden durch den Preis des Dieselkraftstoffes pve_{13} und die zu entrichtende Maut bestimmt. Dabei wird die Mautzahlung als Aufschlag auf den Dieselpreis berücksichtigt. Der Aufschlagsfaktor wird durch das Verhältnis aus der Summe von Kraftstoffkosten der Lkw insgesamt $VDLKWM$ und der Mautzahlungen insgesamt $LKWM$ in Relation zu den Kraftstoffkosten ermittelt. Steigen die variablen Stückkosten relativ zum Produktionspreis, kommt es zu einer Reduktion der Güterbeförderungsleistung. Das bedeutet nicht unbedingt, dass weniger transportiert wird, sondern auch, dass die Produktgewichte vermindert oder technische Fortschritte realisiert werden.

$$(177) \quad gblkw_l[t] = f\{mxgr_l[t], pve_{13}[t] * (VDLKWM[t] + LKWM[t]) / VDLKWM[t] / pg_l[t],\}$$

Da die Speditionen in einem engen Wettbewerbsverhältnis zur Bahn stehen, wird für den Sektor 50 „Sonstiger Landverkehr“ ein anderer Ansatz gewählt. Zunächst wird die Güterbeförderungsleistung auf der Straße und der Schiene $GBLVT$ des Sektors Landverkehr (in der Input-Output-Gliederung der Sektor 39), der Bahn und Speditionen umfasst, durch die Entwicklung der monetären Vorleistungsnachfrage des Sektors gemessen in konstanten Preisen erklärt.

$$(178) \quad GBLVT[t] = f\{vgur_{39}[t]\}$$

Die Güterbeförderungsleistung der Bahn auf der Schiene $GBEBA$ wird durch die Gesamtleistung des Sektors Landverkehr und den Preis der Bahn $PGBPS$ für die Güterbeförderung in Relation zum Preis der Speditionen $PGSPS$ bestimmt.

$$(179) \quad GBEBA[t] = f\{GBLVT[t], PGBPS[t] / PGSPS[t]\}$$

Die Güterbeförderung der Speditionen (in der 71er Gliederung der Sektor 50 „sonstiger Landverkehr“) ergibt sich dann definitorisch, indem man von der Güterbeförderungsleistung des Sektors Landverkehr die Güterbeförderungsleistung der Bahn auf der Schiene $GBEBA$ und die Güterbeförderungsleistung der Bahn mit Lkw $gblkw_{49}$ abzieht.

$$(180) \quad gblkw_{50}[t] = GBLVT[t] - GBEBA[t] - gblkw_{49}[t]$$

Die Güterbeförderung der Lkw insgesamt lässt sich dann durch Aggregation bilden:

$$(181) \quad GBLKW[t] = \sum_l gblkw_l[t]$$

Der Preis der Bahn für den Gütertransport bleibt exogen. Der Preis der Speditionen für den Güterverkehr wird durch den Durchschnittspreis der gesamtwirtschaftlichen Vorleistungen $PVGU$ und den Mautaufschlag erklärt. Ferner steigt mit der Auslastung der Fernstrassen der Preis der Speditionen, weil Staus und andere Behinderungen zu Kosten führen. Dieser Einfluss wird durch die Relation zwischen Summe der von

Inländern *GBLKW* und Ausländern *GBAID* mit Lkw gefahrenen Tonnenkilometer und der Länge der Fernstrassen *SKUV* gemessen.

$$(182) \quad PGSPS [t] = f\{PVGU[t] * (VDLKWM[t] + LKWM[t]) / VDLKWM[t], (GBLKW[t] + GBAID[t]) / SKUV[t]\}$$

Die Güterbeförderungsleistungen der Binnenschifffahrt *GBBSC* und der Luftfahrzeuge *GBLFZ* werden einzeln bestimmt und dann den entsprechenden Zeilen des Vektors *gbson* zugewiesen. In erster Linie erklären die Produktionsentwicklungen in den Produktionsbereichen Schifffahrt (40) und Luftfahrt (41), die in der Input-Outputgliederung ausgewiesen sind, die Güterbeförderungsleistungen. Für die Luftfahrt zeigt sich außerdem im Jahr 2001 bereits der negative Einfluss der Terroranschläge vom 11. September, der mit einer Dummyvariable erfasst und in die Zukunft fortgeschrieben wird.

$$(183) \quad GBBSC[t] = f\{xgr_{40}[t]\}$$

$$(184) \quad GBLFZ[t] = f\{xgr_{41}[t], D101FF[t]\}$$

Anschließend werden die Güterbeförderungsleistungen dieser drei Bereiche zusammengefasst als Vektor *gbson* dargestellt. Die gesamten Güterbeförderungsleistungen *gbttt* entsprechend dem Berichtsmodul Umwelt und Verkehr ergeben sich dann definitorisch:

$$(185) \quad gbttt_l[t] = gblkw_l[t] + gbson_l[t]$$

$$(186) \quad GBTTT[t] = S_l gbttt_l[t]$$

$$(187) \quad GBSON[t] = S_l gbson_l[t]$$

Abbildung 13: Datensystem der Güterbeförderungsleistungen

| Güterbeförderungsleistung (in Mio. Tonnenkilometer) | Lastkraftwagen | Sonstige | Eisenbahn | Luftfahrzeuge | Binnenschifffahrt | Total |
|--|----------------|--------------|-----------|---------------|-------------------|--------------|
| alle Produktionsbereiche | GBLKW | GBSON | GBEBA | GBLFZ | GBBSC | GBTTT |
| Haushalte | | | | | | |
| Insgesamt | | | | | | |
| Produktionsbereiche | gblkw | gbson | | | | gbttt |

Zur Bestimmung der verkehrsbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren der Bundesregierung reicht diese Größe allerdings nicht aus. Die Ziele, die Transportintensität gegenüber dem Jahr 1999 zu senken bzw. den Anteil der Bahn an der Güterbeförderung zu erhöhen, beziehen sich auf den binnenländischen Verkehr *GBBLV*, der neben der gesamten Güterbeförderungsleistung auch den Transport in Rohrfernleitungen *GBROL* und die Güterbeförderungsleistung ausländischer Lkw *GBAID* in Deutschland enthält, während die Güterbeförderung deutscher Lkw in Ausland herausgerechnet werden muss. Um weitere kleine systematische Unterschiede zwischen *GBTTT* nach UGR

Abgrenzung und *GBBLV* nach Verkehr in Zahlen (2003, S. 236f.) abzufangen, wird der Zusammenhang ökonometrisch geschätzt:

$$(188) \quad GBBLV[t] = f\{(GBTTT[t] + GBROL[t] + GBAID[t] - GBDIA[t]), \\ D101FF\}$$

Die Güterbeförderungsleistung ausländischer Lkw in Deutschland (nach Verkehr in Zahlen) hängt von den Lkw-Beförderungsleistungen im Inland *GBLKW* und einem Zeittrend ab, der den zunehmenden Transitverkehr erfasst. Die Güterbeförderungsleistungen deutscher Lkw im Ausland werden von den gesamtwirtschaftlichen Exporten in konstanten Preisen *EXR* bestimmt.

$$(189) \quad GBAID[t] = f\{GBLKW[t], ZEIT[t]\}$$

$$(190) \quad GBDIA[t] = f\{EXR[t]\}$$

Die Fahrleistungen der Lkw ergeben sich aus der durchschnittlichen Auslastung der Lkw nach Produktionsbereichen *aulkw* und den Güterbeförderungsleistungen. Die Auslastung ist definiert als Güterbeförderungsleistung [Mio. tkm] pro Fahrleistung [Mio. km] und beschreibt das durchschnittliche Frachtgewicht pro Lkw in t. Die Auslastungen werden anhand von Informationen aus dem Modell TREMOD exogen vorgegeben. Definitionsgemäß ergibt sich die Fahrleistung der Lkw *flkw* als:

$$(191) \quad flkw_i[t] = gblkw_i[t] / aulkw_i[t]$$

Die Lkw-Fahrleistung insgesamt *FLLKW* folgt als Summe über alle Produktionsbereiche:

$$(192) \quad FLLKW[t] = S_i flkw_i[t]$$

Die Fahrleistungen der übrigen Fahrzeuge werden nach Pkw mit Ottokraftstoff (PKO), mit Dieselmotorkraftstoff (PKD) und sonstigem Kraftstoff (PKS) unterschieden. Außerdem werden leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und sonstige Straßenfahrzeuge wie Busse etc. (SOS) ausgewiesen. Als erklärende Größen gehen der jeweilige Bruttoproduktionswert *mxgr*, die Kraftstoffpreise (*pvge₁₀* ~ Ottokraftstoff, *pvge₁₃* ~ Dieselmotorkraftstoff) relativ zum Produktionspreis *pg* und Trends ein. Die Fahrleistungen mit Diesel-Pkw hängen in einigen Produktionsbereichen auch negativ von der Fahrleistung mit Otto-Pkw ab. Die Fahrleistungen nach Fahrzeugarten insgesamt ergeben sich dann durch Aggregation.

$$(193) \quad flpko_i[t] = f\{mxgr_i[t], pvge_{10}[t]/pg_i[t], Trend\}$$

$$(194) \quad FLPKO[t] = S_i flpko_i[t]$$

$$(195) \quad flpkd_i[t] = f\{mxgr_i[t], pvge_{13}[t]/pg_i[t], flpko_i[t], Trend\}$$

$$(196) \quad FLPKD[t] = S_i flpkd_i[t]$$

$$(197) \quad flpks_i[t] = f\{mxgr_i[t], Trend\}$$

$$(198) \quad FLPKS[t] = S_i flpks_i[t]$$

$$(199) \quad fllnf_i[t] = f\{mxgr_i[t], pvge_{13}[t]/pg_i[t], Trend\}$$

$$(200) \quad FLLNF[t] = S_i fllnf_i[t]$$

$$(201) \quad flsos_i[t] = f\{mxgr_i[t], Trend\}$$

$$(202) \quad FLSOS[t] = S_i flsos_i[t]$$

Definitiv können die Fahrleistungen nach Produktionsbereichen für Pkw insgesamt $flpkw$, die gesamten Fahrleistungen $flstt$ und die Aggregate berechnet werden:

$$(203) \quad flpkw_i[t] = flpkd_i[t] + flpko_i[t] + flpks_i[t]$$

$$(204) \quad flstt_i[t] = flpkw_i[t] + flllkw_i[t] + flsos_i[t] + fllnf_i[t]$$

$$(205) \quad FLPKW[t] = FLPKO[t] + FLPKD[t] + FLPKS[t]$$

$$(206) \quad FLSTT[t] = S_i flstt_i[t]$$

Personenbeförderungsleistungen liegen bisher nicht nach Produktionsbereichen getrennt vor. Im ersten Schritt werden die Personenbeförderungskilometer (PB) nach Daten aus Verkehr in Zahlen (2003) ermittelt. Sie liegen getrennt nach Pkw, öffentlicher Straßenverkehr (OST), Eisenbahn (EBA) und Luftfahrzeugen (LFZ) vor. Wesentliche Einflussfaktoren sind das deflationierte verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte und relative Preise.

Die mit Pkw erbrachten Personenbeförderungsleistungen $PBPKW$ sind fast vollständig den Privaten Haushalte zuzurechnen. Eine wichtige Determinante ist deshalb das deflationierte verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte. Ferner machen die Haushalte ihre Fahrentscheidung von den variablen Kosten pro Kilometer, die vom Kraftstoffpreis $pcpv26$ und von der Pendlerpauschale bestimmt sind, abhängig. Bei der Wahl des Wohnortes sind die privaten Motive entscheidend (Bach 2003). Aus dieser Perspektive muss die Entfernungspauschale von den Privaten Haushalten als eine Subventionierung der variablen Kosten ihrer Mobilität empfunden werden. Im Modell wird deshalb zur Erklärung der von den Haushalten gefahrenen Personenkilometer der um den Anteil der Entfernungspauschale ($PPSLE$) für Pkw-Fahrten – etwa 80% der gesamten Pendlerpauschale – an den Kraftstoffausgaben ($cvpn26$) und den sonstigen Verkehrsleistungen ($cvpn27$) reduzierte Kraftstoffpreis in Relation zum Konsumgüterpreisindex PCP verwendet.

$$(207) \quad PBPKW[t] = f\{YVANH[t] / PCP[t], pcpv_{26}[t] * (1 - 0,8 * PPSLE[t] / (cpvn_{26}[t] + cpvn_{27}[t])) / PCP[t]\}$$

Die Personenbeförderungsleistungen des öffentlichen Straßenverkehrs $PBOST$ werden durch die Preisrelation von öffentlichen Verkehrsleistungen zu dem Kraftstoffpreis bestimmt. Wie oben wird auch hier der Anteil der Pendlerpauschale berücksichtigt, der für öffentliche Verkehrsleistungen gewährt wird. Eine Verteuerung der Kraftstoffpreise führt somit ceteris paribus zu einem Anstieg der Nachfrage nach öffentlichen Verkehrsleistungen.

$$(208) \quad PBOST[t] = f\{pcpv_{27}[t] * (1 - 0,1 * PPSLE[t] / (cpvn_{26}[t] + cpvn_{27}[t])) / pcpv_{26}[t]\}$$

Die Personenbeförderungsleistungen der Eisenbahn $PBEBA$ werden durch die Relation zwischen dem Preis der Bahn im Personenverkehr ($PCPPS$) und dem Kraftstoffpreis wieder mit Berücksichtigung der Pendlerpauschale für Fahrten mit der Eisenbahn erklärt.

$$(209) \quad PBEBA[t] = f\{PCPPS[t] * (1 - 0,1 * PPSLE[t] / (cpvn_{26}[t] + cpvn_{27}[t])) / pcpv_{26}[t]\}$$

Die Personenbeförderungsleistungen der Luftfahrzeuge gemäß Territorialprinzip (Erfassung der Personenkilometer über Deutschland, gemäß Verkehr in Zahlen 2003,

S. 212f) *PBLFZ* hängen an der Bruttonproduktion Luftfahrt (xgr_{41}). Die Beförderungsleistung gemäß Inländerprinzip im Ausland *PBLFZA* - Flugkilometer von Inländern über dem Ausland - wird dagegen von den Konsumausgaben für Pauschalreisen ($cpvr_{34}$) bestimmt. Zusammen ergeben beide Größen die Personenbeförderungsleistungen gemäß Inländerprinzip *PBLFZT* (Flüge von Inländern über dem In- und Ausland, gemäß UGR Modul Verkehr):

$$(210) \quad PBLFZ[t] = f\{xgr_{41}[t]\}$$

$$(211) \quad PBLFZA[t] = f\{cpvr_{34}[t]\}$$

$$(212) \quad PBLFZT[t] = PBLFZ[t] + PBLFZA[t]$$

Die Personenbeförderungsleistungen auf der Straße *PBSTT* und die Personenbeförderungsleistungen insgesamt *PBTTT* ergeben sich dann definitorisch:

$$(213) \quad PBSTT[t] = PPOST[t] + PBPKW[t]$$

$$(214) \quad PBTTT[t] = PBSTT[t] + PBEBA[t] + PBLFZ[t]$$

Die Fahrleistungen der Haushalte hängen von den oben ermittelten Personenbeförderungsleistungen ab. Die Fahrleistungen der Haushalte mit Pkw *FLPKWH* werden durch die Entwicklung der Personenbeförderung *PBPKW* erklärt.

$$(215) \quad FLPKWH[t] = f\{PBPKW[t]\}$$

Der Anteil der Dieselfahrzeuge an den gefahrenen Kilometern *FLPKWHD* kann nicht aus der Vergangenheitsentwicklung erklärt werden. Dieser in den vergangenen Jahren stark wachsende Anteil wird exogen vorgegeben. Es wird unterstellt, dass bis zum Jahr 2020 52% der Pkw-Fahrleistungen der Privaten Haushalte mit Dieselfahrzeugen erbracht werden.

$$(216) \quad FLPKWH[t] = \text{exogen}$$

Tabelle 1: Überblick über das Datensystem der Fahrleistungen im Straßenverkehr

| Fahrleistung FL | Personenkraft- wagen | Personenkraft- wagen mit Dieselkraftstoff | Personenkraft- wagen mit Ottokraftstoff | Personenkraft- wagen mit sonstigen Kraftstoffen | Lastkraftwagen | Leichte Nutzfahrzeuge | Sonstiger Straßenverkehr | Straßenverkehr total | |
|----------------------------|---|---|---|--|----------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------|
| | PKW | PKD | PKO | PKS | LKW | LNF | SOS | STT | |
| Produktionsbereiche | 01 Landwirtschaft und Jagd | flpkw01 | flpkd01 | flpko01 | flpks01 | fillkw01 | fillnf01 | flsos01 | flstt01 |
| | ... | flpkw(i) | flpkd(i) | flpko(i) | flpks(i) | fillkw(i) | fillnf(i) | flsos(i) | flstt(i) |
| | 71 Dienstleistungen der Privaten Haushalte | flpkw71 | flpkd71 | flpko71 | flpks71 | fillkw71 | fillnf71 | flsos71 | flstt71 |
| Produktionsbereiche | FLPKW | FLPKD | FLPKO | FLPKS | FLLKW | FLLNF | FLSOS | FLSTT | |
| Haushalte | FLPKWH | FLPKDH | FLPKOH | FLPKSH | | FLLNFH | FLSOSH | FLSTTH | |
| Insgesamt | FLPKWI | FLPKDI | FLPKOI | FLPKSI | | FLLNFI | FLSOSI | FLSTTI | |

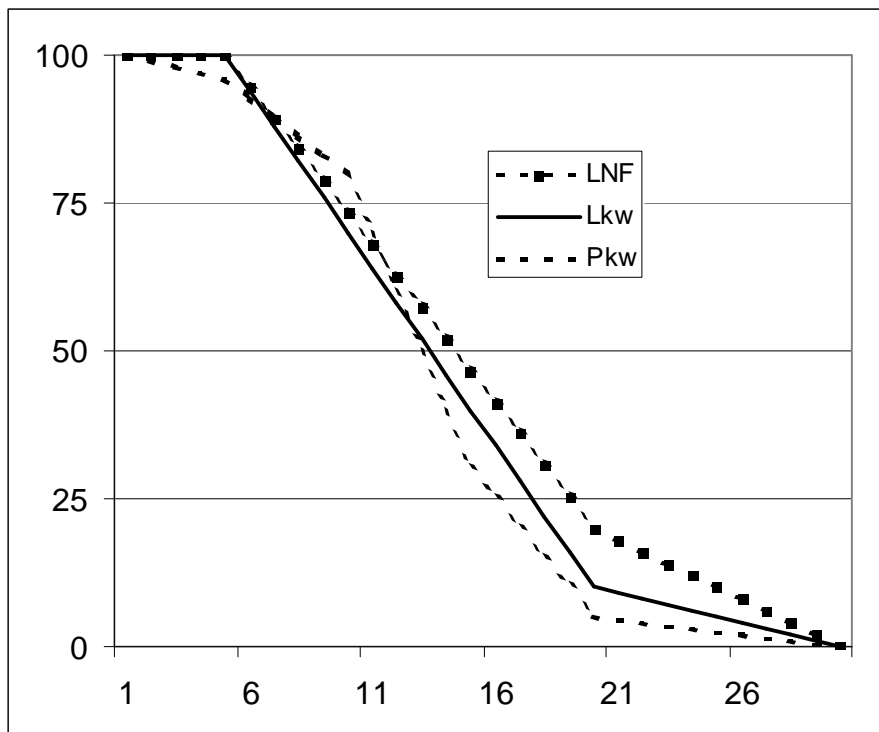
Aus den bisherigen Ergebnissen können die Fahrleistungen insgesamt nach Verkehrsträgern ermittelt werden. Tabelle 1 beschreibt noch einmal den gesamten Datensatz bezogen auf die Fahrleistungen. Variablen in Großbuchstaben stellen Aggregate da; die kleingeschriebenen sind Vektoren, die für jeden Produktionsbereich

einen Wert enthalten. Insgesamt handelt es sich alleine bei den Fahrleistungen um ca. 600 Zeitreihen.

3.1.2 Bestandsrechnungen

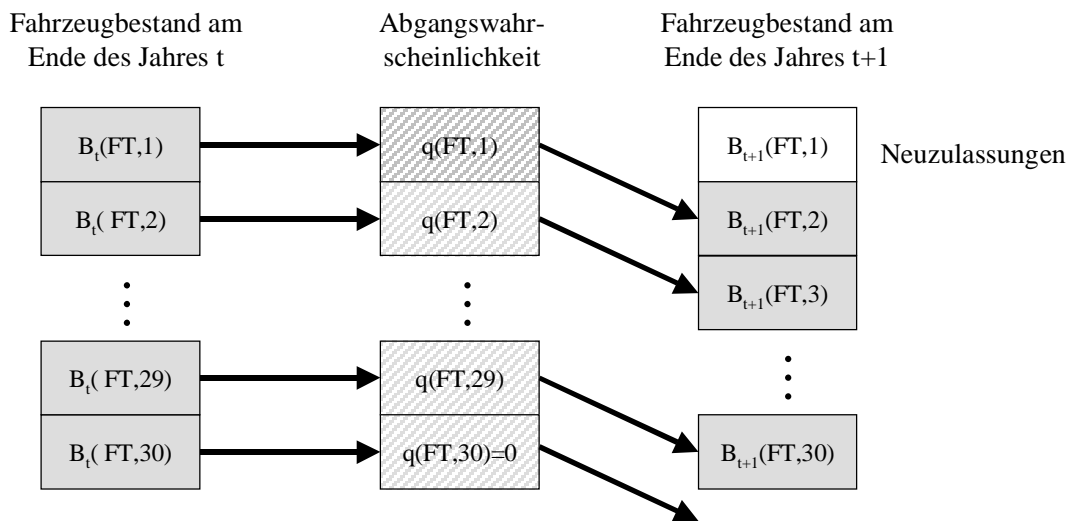
Ausgangspunkt für die Bestimmung der Bestände nach Fahrzeugarten sind die anteiligen Abgänge nach Altersklassen der Fahrzeuge. Dabei wird unterstellt, dass die maximale Verweildauer eines Fahrzeuges in einer privaten wie auch wirtschaftlichen Nutzung nicht länger als 30 Jahre ist. Abgangswahrscheinlichkeiten werden für Pkw, Lkw und Leichte Nutzfahrzeuge LNF getrennt für jeweils 30 Altersjahre vorgegeben. Die in der nachstehenden Abbildung dargestellten Abgangswahrscheinlichkeiten sind an die Überlebenskurven aus TREMOD (Knörr et al. 2002, S. 65 ff.) angepasst und mit dem IWW in Karlsruhe abgestimmt worden. Für Pkw ergibt sich aus diesen Abgangswahrscheinlichkeiten zum Beispiel, dass nach 10 Jahren noch etwa 80 % der Fahrzeuge eines Zulassungsjahrgangs auf deutschen Strassen fahren, nach 20 Jahren nur noch 5 %.

Abbildung 14: Überlebenskurven für Pkw, Lkw und LNF



Insgesamt werden die Abgangswahrscheinlichkeiten für 7 Bestände unterschieden. Die Pkw werden nach Unternehmen und Haushalten sowie nach Otto- und Dieselmotoren unterteilt. Auch die LNF werden für Unternehmen und Haushalte getrennt ausgewiesen. Die Lkw werden den Unternehmen zugewiesen. Die allgemeine Struktur des Vintage-Modells für die Fahrzeugbestände ist in der nachstehenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 15: Vintage-Modell der Fahrzeugbestände



Legende: q - Abgangswahrscheinlichkeit

$B(FT,n)$ - Bestand an Fahrzeugen des Typs FT zum Zeitpunkt t im Alter n

Am Beispiel der Otto-Pkw der Haushalte wird dieses Vintage-Modell im Folgenden näher erläutert. Zum Zeitpunkt t ergibt sich der Bestand an Fahrzeugen des Alters j aus dem Bestand des Vorjahres ($t-1$) der um ein Jahr „jüngerer“ Altersklasse $j-1$ unter der Berücksichtigung der Abgangswahrscheinlichkeit $awpkoh$, die nach $j = \{1, \dots, 30\}$ Altersjahren unterteilt ist.

$$(217) \quad vpkoh_j[t] = (1 - awpkoh_j) * vpkoh_{j-1}[t-1]$$

Addiert man $vpkoh$ über alle Jahre j auf, erhält man die Anzahl der mit Ottokraftstoff angetriebenen Pkw der Haushalte, die aus dem Vorjahresbestand aktuell noch vorhanden sind. Es ergibt sich der vorläufige Bestand $BSPKOH_v$ an Altfahrzeugen.

$$(218) \quad BSPKOH_v[t] = \sum_j vpkoh_j[t] \text{ ohne } j = 1$$

Für den Unternehmensbereich erweisen sich die durchschnittlichen Fahrleistungen pro Fahrzeug als historisch sehr stabil, weshalb sie exogen vorgegeben werden. Für die Privaten Haushalte wird die durchschnittliche Fahrleistung pro Fahrzeug in Abhängigkeit vom Treibstoffpreis ($pcpe_{10}$ Benzin; $pcpe_{13}$ Diesel) abzüglich der Subvention durch den Teil (80%) der Pendlerpauschale $PPSLE$ erklärt, der für Fahrten mit dem Pkw gewährt wird. Die Pendlerpauschale wird dabei zu den gesamten Ausgaben für Kraftstoffe $cpvn_{26}$ und sonstige Verkehrsleistungen $cpvn_{27}$ in Beziehung gesetzt. Je höher der subventionierte Kraftstoffpreis, umso eher will man das Fahrzeug wechseln, um ein Fahrzeug mit geringerem Verbrauch nutzen zu können. Derselbe Effekt wird bei Ottofahrzeugen durch die Einkommensentwicklung erzeugt: $YVANH/PCP$ hat einen leicht negativen Einfluss, d. h. pro Fahrzeug wird mit steigendem Realeinkommen weniger gefahren.

$$(219) \quad DFPKOH[t] = f\{pcpe_{10}[t] * (1 - 0,8 * PPSLE[t] / (cpvn_{26}[t] + cpvn_{27}[t])) / PCP[t], YVANH[t] / PCP[t]\}$$

$$(220) \quad DFPKDH[t] = f\{pcpe_{13}[t] * (1 - 0,8 * PPSLE[t] / (cpvn_{26}[t] + cpvn_{27}[t])) / PCP[t]\}$$

Aus den zu fahrenden Kilometern und den Kilometern, die man pro Fahrzeug und Jahr fahren will, lässt sich der erforderliche Bestand berechnen. Für das Beispiel der Otto-Pkw der Privaten Haushalte bedeutet das:

$$(221) \text{ BSPKOH}[t] = \text{FLPKOH}[t] / \text{DFPKOH}[t]$$

BSPKOH ist der notwendige Bestand an Otto-Pkw damit bei einer durchschnittlichen Fahrleistung von DFPKOH die jährliche Fahrleistung in Höhe von FLPKOH erbracht werden kann. Zieht man davon den aus dem Vorjahr übernommenen durch die Abgänge reduzierten Bestand ab, erhält man definitorisch die Neuzulassungen NZPKOH:

$$(222) \text{ NZPKOH}[t] = \text{FLPKOH}[t] / \text{DFPKOH}[t] - \text{BSPKOH}_v[t]$$

Diese Neuzulassungen werden dann in den Bestandsvektor nach Altersjahren an die Stelle $j=1$ gesetzt (vgl. Abbildung 6):

$$(223) \text{ vpkoh}_{j=1}[t] = \text{NZPKOH}[t]$$

Die Neuzulassungen sind also das Ergebnis einer nachgefragten Mobilitätsleistung in Form von Fahrleistungen, einer gewünschten Intensität der Fahrzeugnutzung und eines sich aus Altersgründen reduzierenden Bestandes.

In einem letzten Schritt der Bestandsrechnung werden die Bestände nach Produktionsbereichen berechnet. Dazu werden die aktuellen Fahrleistungen nach Produktionsbereichen für die unterschiedlichen Fahrzeugtypen durch die durchschnittlichen Fahrleistungen des Vorjahres geteilt. Die sich ergebenden Bestände werden auf den bereits ermittelten Gesamtbestand für alle Produktionsbereiche skaliert und die durchschnittlichen Fahrleistungen anschließend aus den korrigierten Beständen nach Produktionsbereichen und den Fahrleistungen erneut berechnet.

Die Datenbreite und -tiefe, die es für die Fahrleistungen gibt, liegt ebenfalls für die durchschnittlichen Fahrleistungen und die Bestände vor (vgl. Abbildung 16).

Abbildung 16: Überblick über das Datensystem der Fahrzeugbestände und der durchschnittlichen Fahrleistungen im Straßenverkehr

| Bestände | Personenkraftwagen | Personenkraftwagen mit Ottokraftstoff | Personenkraftwagen mit Diesekraftstoff | Personenkraftwagen mit sonstigen Kraftstoffen | Lastkraftwagen | Leichte Nutzfahrzeuge |
|--------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|---|----------------|-----------------------|
| alle Produktionsbereiche | BSPKW | BSPKO | BSPKD | BSPKS | BSLKW | BSLNF |
| Haushalte | BSPKWH | BSPKOH | BSPKDH | BSPKSH | | BSLNFH |
| Insgesamt | BSPKWI | BSPKOI | BSPKDI | BSPKSI | | BSLNFI |
| Produktionsbereiche | bspkw | bspko | bspkd | bspks | bslkw | bslnf |

| Durchschnittliche Fahrleistung | Personenkraftwagen | Personenkraftwagen mit Ottokraftstoff | Personenkraftwagen mit Diesekraftstoff | Personenkraftwagen mit sonstigen Kraftstoffen | Lastkraftwagen | Leichte Nutzfahrzeuge |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|---|----------------|-----------------------|
| alle Produktionsbereiche | DFPKW | DFPKO | DFPKD | DFPKS | DFLKW | DFLNF |
| Haushalte | DFPKWH | DFPKOH | DFPKDH | DFPKSH | DFLKWH | DFLNFH |
| Produktionsbereiche | dfpkw | dfpko | dfpkd | dfpks | dflkw | dflnf |

3.1.3 Bestimmung des Treibstoffverbrauchs

Der Durchschnittsverbrauch pro 100 km einer Fahrzeugart für den gesamten Bestand der Fahrzeugart wird als gewogenes arithmetisches Mittel der Durchschnittsverbräuche der einzelnen Jahrgänge berechnet. Dabei sind die Fahrzeugbestände in den einzelnen Jahrgängen die Gewichte. Der Durchschnittsverbrauch der Fahrzeugart für einen bestimmten Jahrgang wird den Daten für die Neuzulassungen des Jahrgangs entnommen. Diese Daten entstammen den TREMOD-Vorgaben (Knörr et al. 2002, S. 108).

Im Einzelnen wird wie folgt vorgegangen: Für jede Fahrzeugart Pkw (Otto, Diesel), Lkw und LNF – eine Trennung nach Haushalten und Unternehmen wird nicht vorgenommen – wird im Rahmen des Szenarios der Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen vorgegeben (z.B. *VNLKW*). Diese werden dann dem ersten Element eines Vektors des Durchschnittsverbrauchs nach 30 Altersjahren zugeordnet. Für das Beispiel der Lkw gilt:

$$(224) \quad dvlkw_1[t] = VNZLKW[t];$$

Die übrigen Altersjahre werden mit den Verbräuchen des vorangehenden Jahres gefüllt:

$$(225) \quad dvlkw_i[t] = dvlkw_{i-1}[t-1] \quad \text{ohne } i = 1$$

Multipliziert man diesen Vektor mit dem Bestandsvektor, summiert das Produkt und dividiert durch die Anzahl aller Fahrzeuge, ergibt sich der Durchschnittsverbrauch pro 100 km:

$$(226) \quad DVLKW[t] = (S_j vkw_j[t] * dvlkw_j[t]) / S_j vkw_j[t];$$

Multipliziert man diesen Durchschnittsverbrauch mit der gesamten Fahrleistung, ergibt sich der Verbrauch insgesamt. Da nicht nur Lkw sondern auch LNF sowie Pkw Dieselmotoren verbrauchen, ergibt sich der Dieserverbrauch des Unternehmenssektors zu:

$$(227) \quad VDIESEL[t] = (DVLKW[t] * FLLKW[t] + DVLNF[t] * FLLNF[t] + DVPKD[t] * FLPKD[t]) / 100;$$

Der Verbrauch an Ottokraftstoff lässt sich dann auf analoge Weise berechnen. Dieses Ergebnis des Verkehrsmoduls ist ein entscheidender Faktor für u.a. die Entwicklung des energetischen Teils von PANTA RHEI.

3.1.4 Streckenlängen sowie Starts und Landungen

Neben den Fahrzeugen und den Fahrleistungen ist für den Verkehr auch die zur Verfügung stehende Streckenlänge an Straßen, Eisenbahnschienen und Wasserwegen von Bedeutung. Für die Luftfahrt sind es die Start- und Landekapazitäten der Flughäfen. Diese Größen limitieren den Umfang des Verkehrs insgesamt. Gleichzeitig stellen sie wichtige Einflussfaktoren für die Entwicklung der Verkehrsfläche (vgl. Flächenmodul) dar.

Das Vorgehen bei der Bestimmung folgt unterschiedlichen Ansätzen. Die Streckenlängen der Straßen des überörtlichen Verkehrs, die Schienenlänge und die Kanalstrecken sind Bestandteil umfangreicher Planungen des Bundes und der Länder. Daher erscheint es sinnvoll, diese Größen exogen dem Modell vorzugeben. Im Rahmen von Szenarien können diese Größen variiert werden.

Davon sind inhaltlich die Streckenlängen der Gemeindestraßen (innerörtlicher Verkehr) und der Flugverkehr zu trennen. Bei den Gemeindestraßen wird davon ausgegangen, dass der private Wohnungsneubau zu zusätzlichen Straßenstrecken in den Gemeinden führt, da neue Wohngebiete – es sei denn, es handelt sich um die Schließung von Baulücken – auch neu erschlossen werden müssen, was zum Bau neuer Straßen führt. Will man die Streckenlänge insgesamt erklären, muss auf den Wohnungsbestand zurückgegriffen werden. Dessen Einfluss wird durch die Anzahl der Wohnungen in Gebäuden mit 1 und 2 Wohnungen erfasst, wobei berücksichtigt wird, dass Wohnungen in Gebäuden mit zwei Wohnungen nur die Hälfte an Streckenlänge beanspruchen ($EINSUMB+0,5*ZWEISUMB$). Ein weiterer Einflussfaktor auf die Gemeindestraßenstrecke ergibt sich aus der Erschließung neuer Gewerbegebiete, was ebenfalls zu neuen Straßen im Gemeindegebiet führt. Daher wird die Produktion des Produktionsbereiches Landverkehr (xgr_{39}) als Proxy für diesen Einfluss genommen. Für die Streckenlänge der Gemeindestraßen $SKGS$ gilt daher folgende Verhaltensgleichung:

$$(228) \quad SKGS[t] = f\{EINSUMB[t]+0,5*ZWEISUMB[t], xgr_{39}[t]\}$$

Um später die Verkehrsfläche für die Luftfahrt zu ermitteln, wird an dieser Stelle die Anzahl der gelandeten und gestarteten Flugzeuge fortgeschrieben. Dabei wird unterstellt, dass der Ausbau von Flughäfen sich, wenn auch verzögert durch Antragsverfahren, nach dem Bedarf richtet. Die Anzahl der gestarteten und gelandeten Flugzeuge $GGFE$ ist eine Funktion der bereits bestimmten Personenbeförderungskilometer der Luftfahrzeuge $PBLFZT$:

$$(229) \quad GGFE[t] = f\{PBLFZT[t]\}$$

Um die Auslastung der Straßen kontrollieren zu können, wird das Verhältnis von Fahrleistungen insgesamt in Mio. km $FLSTTI$ in das Verhältnis zu den Strecken in 1000 km an innerörtlichen und überörtlichen Straßenlängen $SKUV+SKGS$ gesetzt. Multipliziert man das Ergebnis mit 1000, erhält man die durchschnittliche Anzahl an Überquerungen der gesamten Straßenstrecke. Eine steigende Auslastung in diesem Sinne weist auf zunehmende Staubbildung hin.

$$(230) \quad AUST[t] = FLSTT[t]/(SKUV[t]+SKGS[t])*1000;$$

Sämtliche dieser in diesem Abschnitt bestimmten bzw. beschriebenen Größen gehen in die Erklärung der Verkehrsflächen des Flächenmoduls (s.u.) ein.

3.1.5 Bestimmung der Kfz-Steuer

Die Ermittlung der Kraftfahrzeugsteuer ist an die Bestandsentwicklung der Fahrzeuge gebunden. Ausgehend von der Datenlage im Jahre 2001 werden für die Unternehmen durchschnittliche Steuerzahlungen pro Fahrzeug nach Produktionsbereichen berechnet. In ihnen spiegelt sich die Zusammensetzung des Bestands nach

z.B. Hubraumklassen wieder, die im Modell nicht explizit berücksichtigt werden. Mittels dieser Kraftfahrzeugsteuersätze $kqpk_o$ kann unter der Annahme, dass sich der Bestand $bspk_o$ eines Produktionsbereichs hinsichtlich der anteilmäßigen Zusammensetzung nach z.B. Hubraumklassen nicht ändert, die Kraftfahrzeugsteuer $kspk_o$ berechnet werden. Ein analoges Verfahren wird für die Haushalte gewählt. Die Modellierung wird am Beispiel der Pkw mit Ottomotor dargestellt:

$$(231) \quad kspk_{oi}[t] = kqpk_{oi}[t] * bspk_{oi}[t]$$

Durch Aggregation erhält man die Kfz-Steuerzahlung für Otto-Pkw der Unternehmen:

$$(232) \quad KSPKO[t] = S_j kspk_{oj}[t]$$

Die Kfz-Steuerzahlungen der Haushalte $KSPKOH$ ergeben sich als Produkt von durchschnittlicher Steuerlast pro Fahrzeug $KQPKOH$ der Otto-Pkw und Anzahl der Fahrzeuge dieses Typs $PSBKOH$:

$$(233) \quad KSPKOH[t] = KQPKOH[t] * PSBKOH[t]$$

Addiert man über alle Fahrzeugtypen und fasst zudem Haushalte und Unternehmen zusammen, ergibt sich die Kfz-Steuer insgesamt $KSTTTI$.

Die Verbuchung der Kfz-Steuer, soweit sie nicht von den Haushalten gezahlt wird, erfolgt im Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen bei den Sonstigen Produktionsabgaben. Veränderte Kfz-Steuerzahlungen schlagen sich damit unmittelbar im ökonomischen Modellteil von PANTA RHEI nieder.

3.1.6 Pendlerpauschale

Die Pendlerpauschale – richtiger „Entfernungspauschale“ – in ihrer aktuellen gesetzlichen Ausprägung (§9 Abs. I. Nr. 4 EstG) ermöglicht Pendlern im Rahmen der Werbungskosten Ausgaben für die Fahrten zwischen Arbeitsplatz und Wohnung steuerlich geltend zu machen. Zur Vereinfachung werden die Kosten pro Entfernungskilometer pauschal mit 30 Cent angesetzt. Bei der Ermittlung der Besteuerungsgrundlage für die Einkommensteuerfestsetzung werden diese Kosten bis zu einer Höhe 4500 € pro Jahr berücksichtigt. Bei der Nutzung von Pkw können auch höhere Beträge zum Abzug gebracht werden.

Bei der Pendlerpauschale handelt es sich also um eine „Steuermindereinnahme“ des Staates, da bei einer Nichtgewährung der Pauschale die Einkommensteuerzahlungen höher ausfielen. Da nun die Steuerermäßigung nicht nur hinsichtlich der Entfernung sondern auch hinsichtlich des Einkommens eines Steuersubjektes variiert, ist ihre Höhe ungewiss. Wegen des progressiv gestalteten Einkommensteuertarifs haben höhere Einkommen größere Steuervorteile als kleinere Einkommen bei gleicher Fahrleistung (Bach 2003). Außerdem kann selbst für ein Steuersubjekt die Höhe der Steuerermäßigung der Pendlerpauschale nur abgeschätzt werden. Falls weitere Steuerermäßigungstatbestände (Kinderfreibetrag, übrige Werbungskosten etc.) hinzukommen, ist die Reihenfolge der Berücksichtigung der anrechnungsfähigen Kosten wegen des variierenden Grenzsteuersatz entscheidend. Man kann also nur für

jedes Subjekt die gesamte Steuerminderung ausweisen; den einzelnen Steuerminderungstatbeständen kann diese Steuerminderung nur näherungsweise zugeordnet werden.

Die Folge ist, dass keine gesicherten Informationen über die Höhe der Steuermindereinnahmen durch die Pendlerpauschale vorliegen. Das DIW (Bach 2003) geht z. B. davon aus, dass eine vollständige Abschaffung der Pendlerpauschale Mehreinnahmen von etwa 5,5 Mrd. Euro bringen würde. In einer anderen Studie kommt das DIW auf einen Betrag von fast 6 Mrd. Euro (Kloas/Kuhfeld 2003). In den Reformvorschlägen von Koch und Steinbrück (2003) wird die mögliche Einsparung mit 5 Mrd. Euro beziffert. Im Folgenden ist unterstellt, dass die Pendlerpauschale im Jahr 2001 5,5 Mrd. Euro an Steuermindereinnahmen ausgemacht hat.

Um die Entwicklung der Pendlerpauschale fortzuschreiben, wird ein gestaffeltes Vorgehen gewählt: Aus der Statistik „Verkehr in Zahlen“ sind die Verkehrsleistungen aus beruflichen Gründen gemessen in Personenkilometer bekannt *PVBPK*, die als Pendelkilometer interpretiert werden. Geht man ferner davon aus, dass die Beschäftigten im Durchschnitt die gleiche Anzahl an Kilometern pendeln, kann *PVBPK* mit der Entwicklung der Beschäftigung *BAS* fortgeschrieben werden.

$$(234) \quad PVBPK[t] = PVBPK[t-1] * BAS[t] / BAS[t-1]$$

Werden die Pendelkilometer durch zwei geteilt, erhält man die Entfernungskilometer, wobei angenommen wird, dass nur 75% der gefahrenen Kilometer tatsächlich anrechenbar sind. Multipliziert man das Ergebnis mit der Pendlerpauschale pro km *PPPKM* in € ergibt sich die Höhe der potentiell abzugsfähigen Belastung von der Steuer *PPAST*.

$$(235) \quad PPAST[t] = PPPKM[t] * 0,75 * PVBPK[t] / 2,0;$$

Bei einem angenommenen durchschnittlichen Steuersatz von 19%, der unter Berücksichtigung des Progressionsvorbehalts zu sehen ist, ergeben sich die Steuermindereinnahmen des Staates. Die 19% sind das Ergebnis aus der Festlegung der Höhe der Pendlerpauschale im Jahr 2001. Berechnet man *PPAST* wie eben beschrieben, erhält man etwa 29 Mrd. €. Der Anteil der Pendlerpauschale daran beträgt 19%.

$$(236) \quad PPSLE[t] = 0,19 * PPAST[t]$$

Ab dem Jahr 2004 ist die Senkung der Pendlerpauschale auf 0,30 €/Entfernungskilometer berücksichtigt. Die Verbuchung der Pendlerpauschale erfolgt im Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen bei den geleisteten Einkommens- und Vermögenssteuern der Privaten Haushalte *GEVTAXNH*.

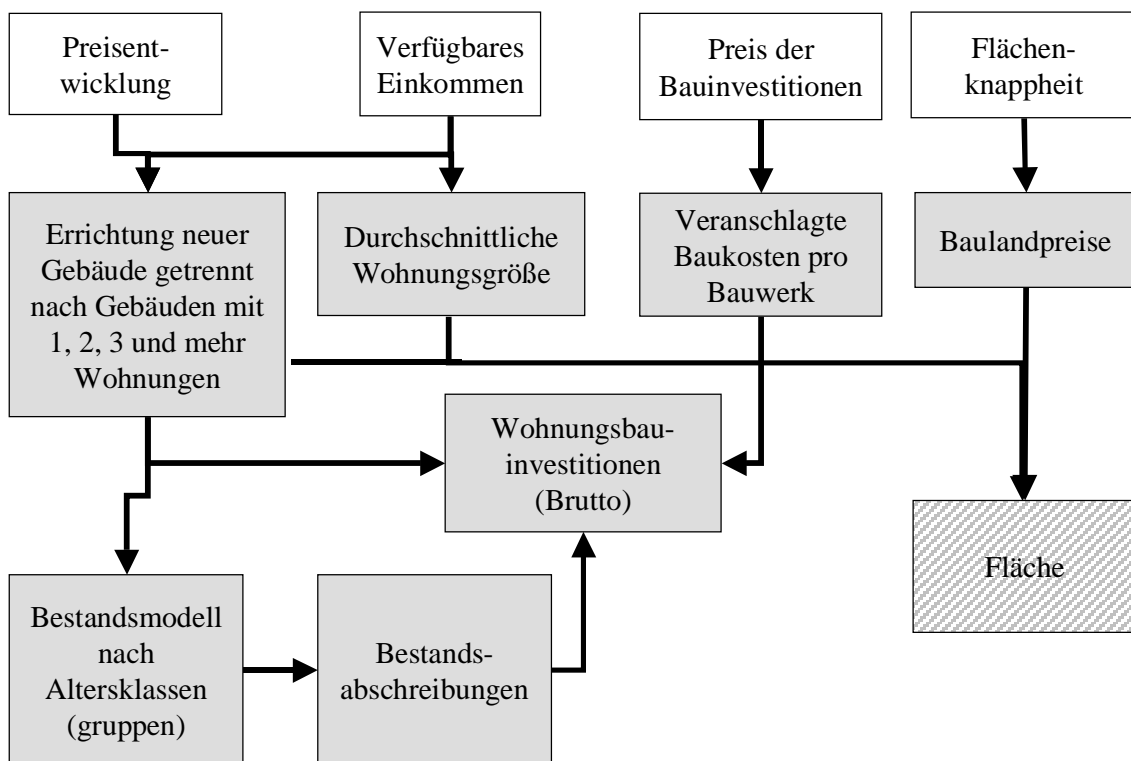
3.2 WOHNUNGSMODUL

Im Wohnungsmodul werden mehrere Aspekte zusammenfassend dargestellt: Zuerst werden die Entwicklungen der Baulandpreise getrennt nach Baulandarten (Rohbauland, baureifes Land) und Nutzungsarten (privat, gewerblich) betrachtet. Ferner werden die Wohnungsneubauten und deren veranschlagte Kosten ermittelt. Zum Schluss erfolgt

eine Fortschreibung des Wohnungsbestandes. Die wichtigsten Zusammenhänge im Wohnungsmodul sind in der nachstehenden Abbildung dargestellt.

Das Verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte ist eine wichtige Bestimmungsgröße für die Anzahl der Neubauten sowie für die Bestimmung der durchschnittlichen Wohnungsgröße. Die Preisentwicklung in der Baubranche bestimmt die Entwicklung der veranschlagten Baukosten und die Verknappung der Flächen spiegelt sich in den Baulandpreisen wider. Die Errichtung neuer Gebäude findet Eingang in die Berechnung des Gebäudebestandes, der zusammen mit den Neuerrichtungen die Wohnungsbauinvestitionen bestimmt. Die Zahl der neu errichteten Gebäude zusammen mit der durchschnittlichen Größe einer Wohnung sowie die Baulandpreise sind wichtige Erklärende für das Flächenmodul.

Abbildung 17: Wohnungsmodul im Überblick



3.2.1 Wohnungsneubau und Bestand

Die Entwicklung des Wohnungsneubaus hängt vor allem an den damit verbundenen Kosten. Unter der Annahme, dass es für die Entscheidung zu bauen egal ist, ob man Fremdkapital (Kapitalkosten) oder Eigenkapital (entgangene Zinsen) nutzt, sind die jährlichen Zinszahlungen ein wesentlicher Kostenfaktor. Entscheidend für die Höhe der jährlichen Zahlungen *JBKD* ist die Investitionssumme, die sich aus den Erstellungskosten für das Haus und den Ausgaben für das benötigte Bauland ergibt. Von dieser Investitionssumme ist die Eigenheimzulage abzuziehen, da sie eigenkapitalersetzend wirkt. Aus diesen Überlegungen ergeben sich die jährlich zu leistenden Zahlungen im Zusammenhang mit dem Bau eines Hauses:

$$(237) \quad JBKD[t] = (RUML[t]+1)/100 \\ * (DEINVKF[t] + BLPWVF[t] * 500 - JFNG[t] * 8)$$

Mit:

RUML ~ Umlaufrendite

DEINVKF ~ Durchschnittliche Veranschlagte Kosten pro Einfamilienhaus

BLPWVF ~ Baulandpreis inklusive aller Kosten, die Größe des Grundstücks wird mit 500 m² angenommen

JFNG ~ Jährliche Förderung durch die Eigenheimzulage einer Familie mit einem Kind, Förderungshöchstdauer 8 Jahre

Neben dieser Größe erweisen sich auch das verfügbare Einkommen der Haushalte deflationiert mit dem Preisindex der Lebenshaltung und Bestandsgrößen in den Schätzungen als signifikant. Die Anzahl fertiggestellter Wohnungen wird getrennt für Ost und Westdeutschland jeweils differenziert nach 1-, 2- und Mehrfamilienhäusern ermittelt.

Die Kosten des Wohnungsbaus – durchschnittliche veranschlagte Kosten für Ost- und Westdeutschland jeweils differenziert nach 1-, 2- und Mehrfamilienhäusern – werden in Abhängigkeit von der Entwicklung der Baukosten in PANTA RHEI und Trends bestimmt. Unter Verwendung der Anzahl der Neubauten und der durchschnittlich veranschlagten Kosten können die aggregierten Größen (z.B. veranschlagte Kosten insgesamt) definitorisch ermittelt werden.

Zum Schluss erfolgt die Bestandsfortschreibung. Dazu werden die Fertigstellungen eines Jahres zum Bestand hinzuaddiert und die jährlichen Abgänge aus dem Bestand berücksichtigt. Der Bestand wird getrennt nach 6 Altersklassen (bis 1900, 1900 – 1948, 1949-1978, 1979-1990, 1991-1998 und alle jüngeren) und 1-, 2- und Mehrfamilienhäusern fortgeschrieben. Daraus kann dann der Gesamtbestand von Wohnungen in Einfamilienhäusern *EINSUMB*, Zweifamilienhäusern *ZWEISUMB* und Mehrfamilienhäusern *DREISUMB* berechnet werden.

Ausgehend von den drei Bestandsgrößen kann die für das Flächenmodul wichtige Größe der Wohnfläche *WOFL* ermittelt werden. Dazu wird zuerst die durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung *WOHNQM* bestimmt. Das verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte deflationiert mit dem Preisindex der Lebenshaltung erwies sich als Indikator für die Entwicklung von *WOHNQM* als signifikant. Die Wohnfläche insgesamt ist dann eine Funktion vom Wohnungsbestand und der durchschnittlichen Quadratmeterzahl der Wohnung.

Die Zahl der neu gebauten Wohnungen erklärt die Neubauinvestitionen in Mrd. € *IWBNEU* im ökonomischen Modellteil:

$$(238) \quad IWBNEU[t] = f\{(WOHN1Z[t] + WOHN2Z[t])/pibs_{47}[t], WOHN3Z[t]/pibs_{47}[t]\}$$

Dabei gehen die neuen Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern *WOHN1Z* und *WOHN2Z* sowie die Mehrfamilienhäuser *WOHN3Z* getrennt in die Schätzung ein. Die Bestandsinvestitionen werden getrennt erfasst und erklären zusammen die Wohnungsbauinvestitionen im ökonomischen Modellteil insgesamt.

3.2.2 Eigenheimzulage

Die Eigenheimzulage *EHZL* wird vom Staat im Sinne eines Vermögenstransfers privaten Haushalten, die bestimmte Eigenschaften erfüllen, gewährt. Ziel der Eigenheimzulage [EHZ] ist die Herstellung oder Anschaffung einer Wohnung im Inland zu begünstigen (EigZulG §2). Der Förderzeitraum beschränkt sich auf das Jahr der Fertigstellung oder Anschaffung und [die] sieben folgenden Jahre (EigZulG §3). Die EHZ kann nur dann in Anspruch genommen werden, wenn „die Summe der positiven Einkünfte nach § 2 Abs. 2 des Einkommensteuergesetzes des Erstjahrs zuzüglich der Summe der positiven Einkünfte des vorangegangenen Jahrs (Vorjahr) 70.000 Euro nicht übersteigt“ (EigZulG §5). Diese Beträge erhöhen sich um 30.000 Euro für jedes Kind (Kinderzulage).

Bemessungsgrundlage der EHZ sind die Herstellungs- oder Anschaffungskosten der Wohnung zuzüglich der Anschaffungskosten für den dazugehörigen Grund und Boden sowie die Aufwendungen für Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen, die innerhalb von zwei Jahren nach der Anschaffung an der Wohnung durchgeführt werden (EigZulG §8).

Die Höhe der Eigenheimzulage bestimmt sich aus dem Fördergrundbetrag nach den Absätzen 2 bis 4 und der Kinderzulage nach Absatz 5 (EigZulG §9, 1). Der Fördergrundbetrag beträgt jährlich 1 vom Hundert der Bemessungsgrundlage, höchstens 1.250 Euro (EigZulG §9, 2). Der Fördergrundbetrag nach Absatz 2 erhöht sich jährlich um 2 vom Hundert der Bemessungsgrundlage nach Satz 3, höchstens um 256 Euro (EigZulG §9, 3). Die Kinderzulage beträgt jährlich für jedes Kind, für das der Anspruchsberechtigte oder sein Ehegatte im jeweiligen Kalenderjahr des Förderzeitraums einen Freibetrag für Kinder nach § 32 Abs. 6 des Einkommensteuergesetzes oder Kindergeld erhält, 800 Euro (EigZulG §9, 5).

Mit Wirkung ab dem 1. Januar 2004 unterscheidet die Eigenheimförderung nicht mehr zwischen Neubau und Bestand.¹ Es wurde u.a. der Erwerb im Bestand dem Neubau gleichgestellt, während der Neubau zuvor doppelt so hoch gefördert wurde wie der Bestandserwerb. Dennoch fordert der Rat für Nachhaltige Entwicklung (2004) den vollständigen Wegfall der Eigenheimzulage und der besonderen steuerlichen Förderung des Mietwohnungsbaus lt. EStG § 7 Abs. 5. Nach seiner Einschätzung haben sich beide Subventionen aufgrund der guten Ausstattung Deutschlands mit Eigenheimen, Mietwohnungen und gewerblichen Bauten überlebt. Entsprechende Fördermaßnahmen unterstützen das Bauen auf preiswerten Freiflächen im ländlichen Umland der Verdichtungsräume oder in preiswerten ländlichen Regionen und fördern damit die Zersiedelungsprozesse. Gerade die just abgeschaffte bevorzugte Neubauförderung hat eine Bauweise mit vergleichsweise hoher Flächeninanspruchnahme begünstigt (ARL 2004, 10f).

Um die Höhe der Eigenheimzulage zu ermitteln, werden zuerst für die Jahre 1996 bis 2001 die jährlichen Neubeanspruchungen der EHZ in Mrd. € ermittelt. Dabei wird aus

¹ Im Gegensatz hierzu bevorzugt die in § 7 Abs. 5 des Einkommenssteuergesetzes formulierte degressive Abschreibung im Mietwohnungsbau weiterhin den Neubau und damit die Inanspruchnahme von Flächen.

Vereinfachungsgründen angenommen, dass die Differenz zwischen der Eigenheimzulage des aktuellen Jahres und des Vorjahres der jeweiligen Neubeanspruchung des aktuellen Jahres *EHZLV* entspricht.

Um die Höhe der jährlichen Neubeanspruchung der Eigenheimzulage ermitteln zu können, wird angenommen, dass nur 60% (ARGEBAU 2002) aller Bauherren diese Förderung in Anspruch nehmen kann und dass die Anzahl der Wohnungsneubauten in etwa der Anzahl der Erwerbungen aus dem Bestand heraus entspricht. Ferner wird angenommen, dass nur bei Wohnungen in Ein- und Zweifamilienhäusern die Eigenheimförderung in Anspruch genommen wird. Aus diesen Ansätzen ergibt sich folgende Bestimmungsgleichung für die Neuanträge:

$$(239) \quad EHZLV[t] = JFNG[t] * 2 * 0,6 * (WOHN1Z[t] + WOHN2Z[t])$$

Mit: *JFNG* ~ Jährliche Förderung einer Familie mit einem Kind
WOHN1Z ~ Anzahl von Wohnungen in Einfamilienhäusern
WOHN2Z ~ Anzahl von Wohnungen in Zweifamilienhäusern

Da die Eigenheimzulage ab dem Jahr 2004 nicht mehr zwischen Kauf und Neubau unterscheidet, ist diese Trennung bei der Ermittlung des Volumens der Neuanträge ab 2004 nicht mehr vorhanden.

Die Zahllast des Staates ergibt sich aus den aktuellen Neubeanspruchungen der Eigenheimzulage *EHZLV* und denen der letzten 7 Jahre, da die Höchstförderungsdauer 8 Jahre beträgt:

$$(240) \quad EHZL[t] = EHZLV[t-7] + EHZLV[t-6] + EHZLV[t-5] \\ + EHZLV[t-4] + EHZLV[t-3] + EHZLV[t-2] \\ + EHZLV[t-1] + EHZLV[t];$$

Da die jährliche Förderung *JFNG* für Neubauten ab dem Jahr 2004 halbiert worden ist, kann schon deswegen mit einem Rückgang des Volumens der Eigenheimzulage gerechnet werden.

3.3 FLÄCHENMODUL

Das Flächenmodul schreibt den in der Umweltökonomischen Gesamtrechnung vorgegebenen Datenkranz der Flächen komplett fort (Statistisches Bundesamt, 2003, S. 202ff.). Grundsätzlich ist bei den Fortschreibungsverfahren zwischen der Siedlungs- und Verkehrsfläche zu unterscheiden. Während die Entwicklung der Siedlungsfläche vor allem an der Produktion und den Ergebnissen des Wohnungsmoduls hängt, erfolgt die Bestimmung der Verkehrsfläche insbesondere in Zusammenhang mit den Fahrleistungen und den Streckenlängen aus dem Verkehrsmodul.

Abbildung 18 Daten der Siedlungs- und Verkehrsfläche: Überblick über Variablenbezeichnungen und Zeilenangaben

| Siedlungs - und Verkehrsfläche | | Siedlungsfläche | | | | | Verkehrsfläche | | | Siedlungs - und Verkehrsfläche insgesamt | |
|--------------------------------|---|--------------------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------------------------|--|---------------|
| | | Gebäude - und Freifläche | Betriebsfläche | Erholungsfläche | Friedhof | Total | Total | Sonstige | darunter: Straßenverkehrsfläche | | |
| Produktionsbereiche | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| Vektoren | Erzeugung von Produkten der Landwirtschaft und Jagd | 1 | flgf01 | flbe01 | fler01 | flfr01 | flsi01 | flvi01 | flso01 | flsv01 | fltt01 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | Eisenbahnleistungen | 49 | flgf49 | flbe49 | fler49 | flfr49 | flsi49 | flvi49 | flso49 | flsv49 | fltt49 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | Schiffahrtsleistungen | 51 | flgf51 | flbe51 | fler51 | flfr51 | flsi51 | flvi51 | flso51 | flsv51 | fltt51 |
| | Luftfahrtsleistungen | 52 | flgf52 | flbe52 | fler52 | flfr52 | flsi52 | flvi52 | flso52 | flsv52 | fltt52 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | Alle Produktionsbereiche | 73 | flgf73 | flbe73 | fler73 | flfr73 | flsi73 | flvi73 | flso73 | flsv73 | fltt73 |
| | Konsum der privaten Haushalte im Inland | 74 | flgf74 | flbe74 | fler74 | flfr74 | flsi74 | flvi74 | flso74 | flsv74 | fltt74 |
| | darunter: Wohnen | 75 | flgf75 | flbe75 | fler75 | flfr75 | flsi75 | flvi75 | flso75 | flsv75 | fltt75 |
| | Alle Produktionsbereiche und Konsum der privaten Haushalte im Inland | 76 | flgf76 | flbe76 | fler76 | flfr76 | flsi76 | flvi76 | flso76 | flsv76 | fltt76 |
| | Ungenutzte Siedlungsfläche | 77 | flgf77 | flbe77 | fler77 | flfr77 | flsi77 | flvi77 | flso77 | flsv77 | fltt77 |
| Insgesamt | 78 | flgf78 | flbe78 | fler78 | flfr78 | flsi78 | flvi78 | flso78 | flsv78 | fltt78 | |

Um den folgenden Ausführungen besser folgen zu können, ist die Abbildung mit den Variablenbezeichnungen und Nummerierungen beigelegt worden.

3.3.1 Siedlungsflächen

Die Siedlungsfläche wird nach vier Kategorien unterschieden. Dazu zählen vor allem die Gebäude- und Freiflächen (GF). Diese werden getrennt nach Produktionsbereichen und Haushalten abgebildet. Die GF der Produktionsbereiche werden geschätzt mit der Entwicklung des jeweiligen Produktionswertes $mxgr$ und dem Preisverhältnis von Baulandkosten (Baulandpreise inklusive aller Kosten) (z.B. $BLPIVF$, $BLBSVF$) und Produktionspreis pg . Außerdem geht der Kapitalstock der Bauten in konstanten Preisen $kbsr$ in die Schätzung ein. Der allgemeine Erklärungsansatz für die Gebäude- und Freiflächen nach $I = 72$ Produktionsbereichen $flgf$ lautet:

$$(241) \quad flgf_i[t] = f\{mxgr_i[t], BLPSVF[t]/pg_i[t], kbsr_i[t]\}$$

Daraus kann durch Aggregation die GF der Produktionsbereiche insgesamt ermittelt werden:

$$(242) \quad flgf_{73}[t] = S_i flgf_i[t] \quad " \quad I \hat{=} \{1, \dots, 72\}$$

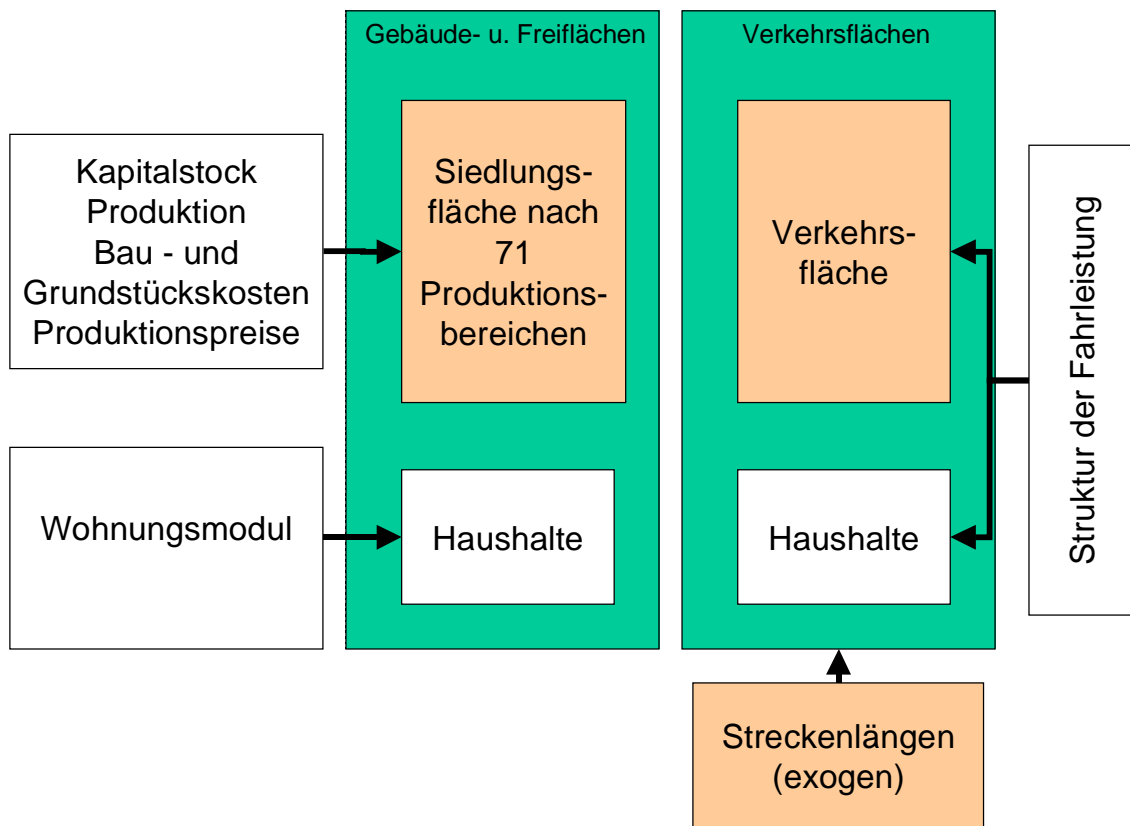
Die Entwicklung der GF „darunter Wohnen“ für Haushalte hängt ab von der Entwicklung der Wohnfläche $WOFL$ und dem Relativpreis aus Baulandpreis inklusive aller Kosten $BLPIFV$ und dem Preisindex der Lebenshaltung PLH .

$$(243) \quad flgf_{75}[t] = f\{WOFL[t], BLPIVF[t]/PLH[t]\}$$

Die insgesamt von den Privaten Haushalten beanspruchte Fläche ist wiederum abhängig von der für Wohnzwecke genutzten:

$$(244) \quad flgf_{74}[t] = f\{flgf_{75}[t]\}$$

Abbildung 19: Modellierung des Flächenverbrauchs innerhalb des Modells PANTA RHEI



Aus den bisherigen Informationen lässt sich die GF für die Privaten Haushalte und Produktionsbereiche im Inland ermitteln

$$(245) \quad flgf76[t] = flgf75[t] + flgf73[t]$$

Die ungenutzten Siedlungsflächen $flgf77$ verändern sich mit dieser Größe:

$$(246) \quad flgf77[t] = f\{flgf76[t]\}$$

Die GF insgesamt $flgf78$ kann nun definitorisch bestimmt werden:

$$(247) \quad flgf78[t] = flgf76[t] + flgf77[t]$$

$flgf78[t]$ wird im Folgenden mit $FLGF[t]$ bezeichnet.

Bei der Berechnung der Betriebsfläche BE wird angenommen, dass diese in einem festen Verhältnis zur GF steht:

$$(248) \quad flbeI[t] = flbeI[t-1] * flgfI[t] / flgfI[t-1] \quad " \quad I \hat{=} \{1, \dots, 72, 77\}$$

Die Ermittlung der Gesamtgrößen durch Aggregation erfolgt analog zur GF.

Auch die Erholungsflächen ER, die nur für die Bereiche 48 (Beherbergung etc.) und 69 (Kultur, Sport etc.) besetzt sind, wachsen auch mit der Entwicklung der $flgf$ der entsprechenden Zeilen. Auch hier sind die Aggregationsvorschriften analog zur der der GF.

Für die Friedhofsflächen FR wird ein Wachstumspfad von 0,5% Jahr vorgegeben. Hier liegen nur Informationen für die Privaten Haushalte vor.

Aus den bisherigen Informationen lässt sich die Siedlungsfläche insgesamt $flsi$ berechnen:

$$(249) \quad flsi[t] = flgf_i[t] + flbe_i[t] + fler_i[t] + flfr_i[t]$$

3.3.2 Verkehrsflächen

Die Verkehrsfläche setzt sich aus der Straßenverkehrsfläche und der sonstigen Fläche zusammen, wobei die sonstige Fläche insbesondere aus Wasserstraßen, Eisenbahnstrecken und Flugplätzen besteht. Bei der Ermittlung der Straßenverkehrsfläche wird in Anlehnung an das Verfahren des Statistischen Bundesamtes bei der Erstellung der Daten zuerst die Gesamtfläche bestimmt. Die insgesamt zur Verfügung stehende Fläche für den Verkehr $flsv_{78}$ wird durch die Streckenlänge der Straßen des überörtlichen Verkehrs $SKUV$ und die Gemeindestraßen $SKGS$ erklärt:

$$(250) \quad flsv_{78}[t] = f\{SKUV[t]+SKGS[t]\}$$

Die Verteilung der Flächen auf Produktionsbereiche erfolgt dann auf Grund der bereits ermittelten Fahrleistungen für die Haushalte und die Produktionsbereiche. D.h. je größer der Anteil der Fahrleistungen eines Produktionsbereich an den Fahrleistungen insgesamt ist, des größer ist der Anteil an der Verkehrsfläche.

Die sonstigen Verkehrsflächen sind in den Produktionsbereichen Eisenbahnleistungen (49), Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr (53) und Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung und Verteidigung (63) enthalten. Letzterem Produktionsbereich wird, wie auch im Ausgangsdatenmaterial unterstellt, ein Wert von 40 km² zugewiesen. Die Entwicklung des Flächenverbrauchs des Produktionsbereichs Eisenbahnleistungen $flsv_{49}$ wird mit der Entwicklung der Schienenstreckenlänge $SLSC$ erklärt:

$$(251) \quad flsv_{49}[t] = f\{SLSC[t]\}$$

Für den verbleibenden Produktionsbereich 53 wird angenommen, dass er mit der Entwicklung der restlichen, noch nicht eingegangenen Verkehrsträger (Luft und Wasser) erklärt werden kann. Dementsprechend sind die Binnenwasserstraßen des Bundes (Kanalstrecken $BBKS$) und die Flächen der Flugplätze, repräsentiert durch die gestarteten und gelandeten Flugzeuge ($GGFE$), Einflussgrößen für die Erklärung dieser Flächen:

$$(252) \quad flso_{53}[t] = f\{BBKS[t],GGFE[t]\}$$

Die sonstigen Verkehrsflächen für die Haushalte $flso_{74}$ werden wegen ihrer geringen Bedeutung (3 km² im Jahr 2001) konstant gelassen. Die Summenbildung folgt analog dem Verfahren der Siedlungsflächen. Schließlich können die Verkehrsflächen insgesamt $flvi_t$ und die gesamte Siedlungs- und Verkehrsfläche $fltt_t$ bestimmt werden:

$$(253) \quad flvi_t[t] = flso_t[t] + flsv_t[t]$$

$$(254) \quad fltt_t[t] = flvi_t[t] + flsi_t[t]$$

3.3.3 Übrige Flächennutzungen

Neben den Siedlungs- und Verkehrsflächen werden Flächen auch aus anderen Gründen genutzt. Da die Fläche insgesamt festgelegt ist – die Bundesrepublik Deutschland umfasst ungefähr 360.000 km² – muss bei einer Vergrößerung oder Verringerung der Siedlungs- und Verkehrsfläche eine Reaktion bei anderen Flächennutzungen erfolgen. In einem ersten Schritt werden den Aggregaten aus der oben dargestellten Flächenmatrix folgende Größen zugewiesen:

(255) $FLGF[t] = flgf78[t]$ Gebäude und Freiflächen

(256) $FLBE[t] = flbe78[t]$ Betriebsflächen ohne Abbau land

(257) $FLER[t] = fler78[t]$ Erholungsflächen

(258) $FLVI[t] = flvi78[t]$ Verkehrsflächen

(259) $FLFR[t] = flfr_{78}[t]$ Friedhofsflächen

Die übrigen Flächen werden im Folgenden bestimmt. Die Landwirtschaftsfläche $FLLW$ wird mit einem Zeittrend fortgeschrieben:

(260) $FLLW[t] = f\{ZEIT\}$

Gleiches gilt für die Entwicklung der Wasserflächen $FLWR$ und die Sonstigen Flächen $FLSO$:

(261) $FLWR[t] = f\{ZEIT\}$

(262) $FLSO[t] = f\{ZEIT\}$

Die verbleibenden Restlichen Flächen $FLRE$ sind konstant. Übrig bleiben die Waldflächen $FLWD$. Diese ergeben sich als Rest, indem von der Gesamtfläche $F T T T$, die als konstant angesehen wird, alle übrigen Flächen abgezogen werden.

(263) $FLWD[t] = F T T T[t] - (FLGF[t] + FLBE[t] + FLER[t] + FLVI[t] + FLFR[t] + FLLW[t] + FLWR[t] + FLSO[t] + FLRE[t])$

3.4 MODELLIERUNG DER NACHHALTIGKEITSINDIKATOREN

Die Bundesregierung (2004) listet in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie 21 Indikatoren auf, mit denen nachhaltige Entwicklung gemessen werden soll. Nicht alle diese Indikatoren können derzeit in PANTA RHEI abgebildet werden. Einige der Indikatoren sind nicht mit Modellgrößen verknüpft. Immerhin enthält das Modell aber 11 Indikatoren oder Teilindikatoren, die es ermöglichen, verkehrspolitische Maßnahmen in ihrer Wirkung auf die Nachhaltigkeitsziele zu untersuchen. Dabei kann der Indikator auf Basis der Zahlen der Volkswirtschaftlichen und Umweltökonomischen Gesamtrechnungen nicht immer exakt ermittelt werden. Gründe sind unterschiedliche Revisionsstände, unterschiedliche Rechenverfahren (z. B. unterschiedliche Zahl von Nachkommastellen) und nicht zuletzt konzeptionelle Unterschiede. Deutliche konzeptionelle Unterschiede zwischen den jeweiligen Nachhaltigkeitsindikatoren der Bundesregierung und den auf Basis der VGR und UGR Zahlen ermittelten Größen bestehen bei der Verkehrsintensität des Güterverkehrs (Territorialkonzept in Verkehr in Zahlen vs. Inländerkonzept der UGR), beim Anteil der Bahn an der Güterbeförderungs-

leistung und bei der Erwerbstätigenquote (Mikrozensus vs. VGR). Modellergebnisse für diese drei Indikatoren sind mit größerer Vorsicht zu interpretieren als die übrigen acht Indikatoren. Im folgenden wird die Modellierung der Indikatoren in der Reihenfolge der Projektausschreibung kurz dargestellt.

3.4.1 Verkehrsintensität Personenverkehr

Der Indikator *I01* setzt sich aus den insgesamt gefahrenen Personenkilometern *PBTTT* (Gleichung 214) gemäß Verkehr in Zahlen und dem Bruttoinlandsprodukt in Preisen des Jahres 1995 zusammen.

$$(264) \quad I01[t] = PBTTT[t]/BIPR[t]/(PBTTT[1999]/BIPR[1999])$$

3.4.2 Verkehrsintensität Güterverkehr

Der Indikator *I02* setzt sich aus dem Binnenländischen Verkehr *GBBLV* aus Verkehr in Zahlen und dem Bruttoinlandsprodukt in Preisen des Jahres 1995 zusammen. Der Binnenländische Verkehr *GBBLV* (Gleichung 186) kann nicht exakt aus den UGR Zahlen zur Güterbeförderungsleistung ermittelt werden. Die Unterschiede werden durch eine ökonomische Schätzung abgefangen.

$$(265) \quad I02[t] = GBBLV[t]/BIPR[t]/(GBBLV[1999]/BIPR[1999])$$

3.4.3 Anteil der Bahn an der Güterbeförderungsleistung

Der Anteil der Bahn an der Güterbeförderungsleistung ergibt sich aus dem Verhältnis zweier Größen aus Verkehr in Zahlen (2003), der Güterbeförderungsleistung der Eisenbahnen *GBEBA* und dem Binnenländischen Güterverkehr *GBBLV*:

$$(266) \quad I03[t] = 0,01 * GBEBA[t]/GBBLV[t]$$

3.4.4 Energieproduktivität

Der Indikator zur Energieproduktivität wird aus dem Primärenergieeinsatz *PEV* und dem Bruttoinlandsprodukt in Preisen des Jahres 1995 ermittelt.

$$(267) \quad I04GWS[t] = BIPR[t]/PEV[t]/(BIPR[1990]/PEV[t])$$

Kleine Unterschiede zwischen dem Primärenergieverbrauch gemäß Energiebilanz und den Zahlen der UGR führen dazu, dass der Indikator nicht exakt getroffen wird.

3.4.5 Treibhausgasemissionen

$$(268) \quad I05[t] = CO2[t]+21*ELECH[t]+310*ELENZ[t]+ATGE[t]$$

Die Emissionen der Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O werden in PANTA RHEI explizit bestimmt und gehen mit ihren CO₂-Äquivalenten in die Berechnung ein. Für die drei anderen Treibhausgase *ATGE* werden Vorgaben des UBA exogen fortgeschrieben.

3.4.6 Luftschadstoffe

Die versauerungs- und ozonrelevanten Luftschadstoffe des Nachhaltigkeitsindikators I06 werden in PANTA RHEI bestimmt.

$$(269) \quad I06[t] = NH3[t]/NH3[1990] + NOx[t]/NOx[1990] + SO2[t]/SO2[1990] + NMVOC[t]/NMVOC[1990]$$

3.4.7 Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche

Die Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche in ha pro Tag ist das direkte Ergebnis des Flächenmoduls von PANTA RHEI.

$$(270) \quad I07[t] = FLTD[t]$$

3.4.8 Nettoneuverschuldung

Die Nettoneuverschuldung, der Finanzierungssaldo des Staates *FSNS* ist als Element des VGR-Kontensystems Bestandteil von PANTA RHEI:

$$(271) \quad I08[t] = -FSNS[t]/BIPN[t]*100$$

3.4.9 Investitionsquote

Auch die Investitionsquote kann unmittelbar aus Modellvariablen von PANTA RHEI, den Bruttoanlageinvestitionen in jeweiligen Preisen *IANLBIPN* und dem nominalen Bruttoinlandsprodukt *BIPN* berechnet werden:

$$(272) \quad I09[t] = IANLBIPN[t]/BIPN[t]*100$$

3.4.10 Bruttoinlandsprodukt pro Kopf

Das modellendogen ermittelte Bruttoinlandsprodukt und die entsprechend der 10. koordinierten Bevölkerungsvorausschätzung des Statistischen Bundesamtes vorgegebenen Bevölkerungszahlen *BEVFG* liegen ebenfalls in PANTA RHEI vor.

$$(273) \quad I10[t] = BIPR[t]/BEVFG[t]*1000000$$

3.4.11 Erwerbstätigenquote

Die Bestimmung der Erwerbstätigenquote gemäß Mikrozensus gelingt in PANTA RHEI nur grob. Zwischen dem Nachhaltigkeitsindikator der Bundesregierung NHI11 und dem in PANTA RHEI ermittelten Wert liegt insbesondere die unterschiedliche Erfassung geringfügiger Beschäftigungsverhältnisse, die in den Zahlen der VGR niedriger liegen als in den Zahlen der Bundesanstalt für Arbeit. Der berechnete Wert ist auch in Zukunft mit dem Nachhaltigkeitsindikator unter der Annahme vergleichbar, dass der Anteil der geringfügig Beschäftigten auch in Zukunft gegenüber heute unverändert bleiben wird.

$$(274) \quad I11[t] = NHI11[2001]/I11[2001]*ETS[t]/WORKING[t]*100$$

4 BASISPROGNOSE

4.1 ANNAHMEN

Das Modell PANTA RHEI ist weitestgehend endogenisiert. Daneben werden aber auch einige Größen von außen vorgegeben, die die Modellergebnisse stark beeinflussen. Allgemein gilt dabei, dass die gegenwärtige Gesetzeslage abgebildet ist. Im Folgenden wird dieses Set an Vorgaben für die Basisprognose beschrieben. Die Alternativszenarien unterscheiden sich davon nur durch die unten jeweils beschriebenen szenariospezifischen Annahmen wie geänderte Steuersätze.

Im Energiebereich sind die Energiesteuersätze, die Entwicklung des Anteils von Kernenergie und Erneuerbaren Energieträgern an der Stromerzeugung sowie die Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs bei Neuzulassungen politisch bestimmte Größen. Die Energiesteuersätze werden gegenüber heute unverändert fortgeschrieben. Am gesetzlich beschlossenen Kernenergieausstieg wird festgehalten. Bis zum Jahr 2010 bleiben die Auswirkungen aber auch wegen der vereinbarten Flexibilität für die Energieversorger begrenzt. Gegenüber dem Jahr 2002 geht der Einsatz von Kernenergie lediglich um 15 Prozent zurück. Der entscheidende Teil des Ausstiegs und damit auch die Frage des Ersatzbedarfs wird erst im darauffolgenden Jahrzehnt umgesetzt. Bis 2020 sinkt die Stromproduktion aus Kernenergie dann auf nur noch 30% des heutigen Wertes.

Die im nationalen Allokationsplan für den Emissionshandel festgelegten CO₂-Emissionsvorgaben werden bis zum Jahr 2012 eingehalten. Danach wird unterstellt, dass diese Vorgaben weiter gelten, was angesichts der Emissionsbegrenzung und des Ausstiegs aus der Kernenergie massive Investitionen in hocheffiziente Kraftwerke voraussetzt. Daneben besteht auch die Möglichkeit von Stromimporten. Eine explizite Modellierung des europaweiten Emissionshandels im nationalen Modell PANTA RHEI ist nicht möglich.

Bei den Erneuerbaren Energieträgern wird unterstellt, dass die politischen Ziele erreicht werden. Im Jahr 2010 tragen sie immerhin etwa 12% zur Stromerzeugung bei, bis zum Jahr 2020 steigt dieser Anteil auf 20%.

Im Verkehrsbereich wird bei der zukünftigen Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs der Neuzulassungen auf Vorgaben des Modells TREMOD zurückgegriffen, die auch die freiwilligen Selbstverpflichtungen europäischer und asiatischer Automobilherstellerverbände berücksichtigen (Knörr et al. 2002, S. 108ff). Danach werden die Emissionen von neuen Diesel-Pkw im Jahr 2020 auf 95 g CO₂/km zurückgehen, bei Otto-Pkw wird der Wert 119 g CO₂/km betragen. Dies entspricht 4,2 bzw. 5,8 l/100km. Bei leichten Nutzfahrzeugen sinkt der Kraftstoffverbrauch um jährlich 1%, bei Lkw beträgt der jährliche Rückgang bei den Neuzulassungen etwa 0,5%.

Ab dem Jahr 2005 wird die Lkw-Maut in Höhe von 12,4 €Cent/km auf Autobahnen für schwere Lkw eingeführt. Die Mittel werden für Verkehrsinvestitionen eingesetzt. Die durchschnittliche Auslastung der Lkw steigt von rund 9,5 t/Fzkm im Jahr 2001 auf

10,5 t/Fzkm im Jahr 2020 an, insbesondere durch die verstärkte Nutzung schwererer Lkw.

Die weltwirtschaftlichen Entwicklungen – auch die Entwicklung der internationalen Energiepreise - sind dem Modellsystem GINFORS entnommen, gehen also als exogene Vorgaben in das Deutschlandmodell PANTA RHEI ein. Der Rohölpreis und die auch die übrigen internationalen Energiepreise steigen danach langfristig um 2% jährlich.

GINFORS ist ein zur Analyse internationaler und weltwirtschaftlicher Fragestellungen entwickeltes Modellsystem, das auf dem Modellsystem COMPASS aufbaut, das seit 1995 in europäisch-asiatischer Zusammenarbeit (Meyer/Lutz 2002a,b,c) erstellt worden ist. Basierend auf einem einzigartigen Datensatz internationaler Statistiken verbindet es die ökonomisch bedeutsamen Länder über ihre Handelsströme. Die Lösung aller Modellteile erfolgt simultan.

Kern des Modells ist ein bilaterales Handelsmodell, das die Exporte und Importe von 25 Gütergruppen zwischen 53 Ländern und Regionen erfasst. Von jedem Land erhält das Handelsmodell die Importe und die Exportpreise nach Gütergruppen. Umgekehrt liefert es die Exporte und die Importpreise an alle Länder. Die Anteile am Handel der einzelnen Gütergruppen sind von Preis- und technischen Trendentwicklungen abhängig. Steigen z. B. die Autopreise in Deutschland in US-Dollar umgerechnet schneller als in den USA, sinken die Marktanteile deutscher Autohersteller in den USA und steigen umgekehrt die deutschen Importe von US-Fahrzeugen.

Für 20 wichtige Länder wird eine sehr detaillierte Modellierung gewählt. Neben der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, der Bilanz der Zentralbank und bestimmten Zinssätzen in einem Makro-Modellteil wird auch die Verflechtung der Volkswirtschaft in einem Input-Output-System abgebildet. Für die übrigen Länder/Regionen wird zur Zeit nur ein Makromodell abgebildet. Der US-Zins ist durch die Bedingung bestimmt, dass alle Kapitalexporte sich zu Null addieren. Damit stimmen Investitionen und Ersparnis weltweit überein.

Auch die meisten Wechselkurse sind in GINFORS endogen bestimmt. Lediglich der Wechselkurs Euro/Dollar wird vorgegeben. US-Dollar und Euro werden demnach bis zum Jahr 2015 wieder im Verhältnis 1:1 getauscht. Der Welthandel entwickelt sich weiter dynamisch. Die langfristigen US-Zinsen bleiben mit gut 5% dauerhaft auf niedrigem Niveau. Auch die Preisentwicklung bleibt moderat. Die großen Notenbanken setzen damit die erfolgreiche Geldpolitik der letzten Jahre fort.

Schließlich sind noch einige Arbeitsmarktgrößen und die Bevölkerungsentwicklung gemäß der 10. koordinierten Bevölkerungsvorausschätzung vorgegeben. Danach wird die Bevölkerungszahl im Jahr 2020 fast exakt auf dem heutigen Niveau liegen. Allerdings ändert sich die Alterstruktur bereits deutlich, was zu einer Entschärfung der Probleme auf dem Arbeitsmarkt führen wird.

Insgesamt ist damit ein Annahmenbündel beschrieben, in dem die Wachstumsschwäche der letzten Jahre überwunden wird und wesentliche gesamtwirtschaftliche Politikziele erreicht werden. Im Energiebereich greifen wichtige emissionsmindernde Maßnahmen, etwa bei der Marktdurchdringung erneuerbarer Energien oder bei der Fahrzeugtechnik.

4.2 ERGEBNISSE

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Indikatoren der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, die in PANTA RHEI abgebildet werden können, wobei - wie oben dargestellt - nicht alle Indikatoren exakt berechnet werden können.

Tabelle 2: Nachhaltigkeitsindikatoren in der Basisprognose

| | Einheit | 1991 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|--|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Indikatoren: | | | | | | | |
| Verkehrsintensität Personenverkehr | (1999 = 100) | 102,92 | 94,67 | 89,88 | 84,92 | 80,99 | 77,09 |
| Verkehrsintensität Güterverkehr | (1999 = 100) | 90,65 | 99,83 | 102,34 | 102,78 | 104,15 | 106,41 |
| Anteil der Bahn an der Güterbeförderungsleistung | in % | 20,01 | 15,07 | 14,08 | 13,27 | 12,54 | 11,64 |
| Energieproduktivität | (1990 = 100) | 104,59 | 122,51 | 125,09 | 137,66 | 150,63 | 170,48 |
| Treibhausgasemissionen | (1990 = 100) | 95,55 | 81,21 | 80,55 | 78,77 | 78,41 | 78,10 |
| Schadstoffbelastung der Luft | (1990 = 100) | 85,66 | 50,18 | 47,70 | 44,47 | 41,34 | 38,88 |
| Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche | (ha pro Tag) | 119,66 | 129,22 | 100,64 | 93,44 | 81,06 | 81,46 |
| Nettoneuverschuldung | % des BIP | 2,96 | -1,32 | 4,00 | 3,25 | 3,13 | 2,69 |
| Investitionsquote | % des BIP | 23,76 | 21,67 | 18,43 | 17,25 | 16,30 | 15,62 |
| Bruttoinlandsprodukt je Einwohner | € (1995) | 21311,64 | 23942,51 | 24807,58 | 27034,18 | 29264,03 | 32009,66 |
| Erwerbstätigenquote | in % | 65,75 | 65,49 | 65,95 | 67,20 | 70,19 | 73,23 |

Im Verkehrsbereich fällt auf, dass die Verkehrsintensität im Personenverkehr wie schon in den 90er Jahren rückläufig sein wird. Dagegen steigt die Verkehrsintensität im Güterverkehr weiter deutlich an. Die Bahn, die die Güterverkehrsleistung absolut kaum steigern kann, wird gegenüber dem Straßenverkehr weiter Anteile verlieren.

Die Energieproduktivität nimmt weiter deutlich zu, ohne dass die Treibhausgasemissionen über das im Rahmen des EU-Burdensharing vereinbarte nationale Kyoto-Ziel hinaus reduziert werden können. Die Belastung mit Luftschadstoffen geht auch im Prognosezeitraum weiter zurück.

Die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche sinkt gegenüber dem hohen Niveau der 90er Jahre etwas ab, wobei vor allem der rückläufige Wohnungsneubau eine wichtige Rolle spielt. Wie auch beim Verkehr wird in Zukunft vor allem die Industrie zusätzliche Flächen neu nutzen.

Bei den ökonomischen Größen wird die Nettoneuverschuldung trotz deutlichen Wirtschaftswachstum weiter hoch bleiben. Die Investitionen, die vereinigungsbedingt in den 90er Jahren enorm hoch lagen, gehen auf ein auch im internationalen Vergleich normales Maß zurück. Die Erwerbstätigenquote wird in Zukunft aufgrund der demografischen Veränderungen weiter steigen.

Die nachfolgenden Abbildungen geben zum einen Eindruck, wie gut die auf Basis der VGR und UGR Zahlen berechneten Indikatoren – die drei Verkehrsindikatoren werden teils auf Basis von Verkehr in Zahlen bestimmt - mit den offiziellen Indikatoren übereinstimmen. Angesichts der generellen Unsicherheit bei der Modellierung werden die Nachhaltigkeitsindikatoren für diesen Zweck hinreichend genau getroffen. Für die Wahrnehmung und Diskussion der Indikatoren generell ist es aber problematisch, dass Größen aus unterschiedlichen Statistiken miteinander verknüpft werden, ohne dass sie in einem konsistenten Rahmen (dem der amtlichen Statistik) stehen. Gerade im Verkehrsbereich besteht Handlungsbedarf zur Vereinheitlichung der Datengrundlagen.

Die berechneten Indikatoren werden für die Basisprognose für ausgewählte Jahre dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Werte im Prognosezeitraum nur im

Mehrjahresabstand angegeben werden. Sofern konkrete Zielvorgaben für einzelne Jahre vorliegen, sind sie als Strich mit in die entsprechende Grafik aufgenommen worden. Bei der Interpretation ist aber zu berücksichtigen, dass die Verbindlichkeit dieser Zielvorgaben unterschiedlich hoch ist.

Abbildung 20: Nachhaltigkeitsindikator: Verkehrsintensität Personenverkehr

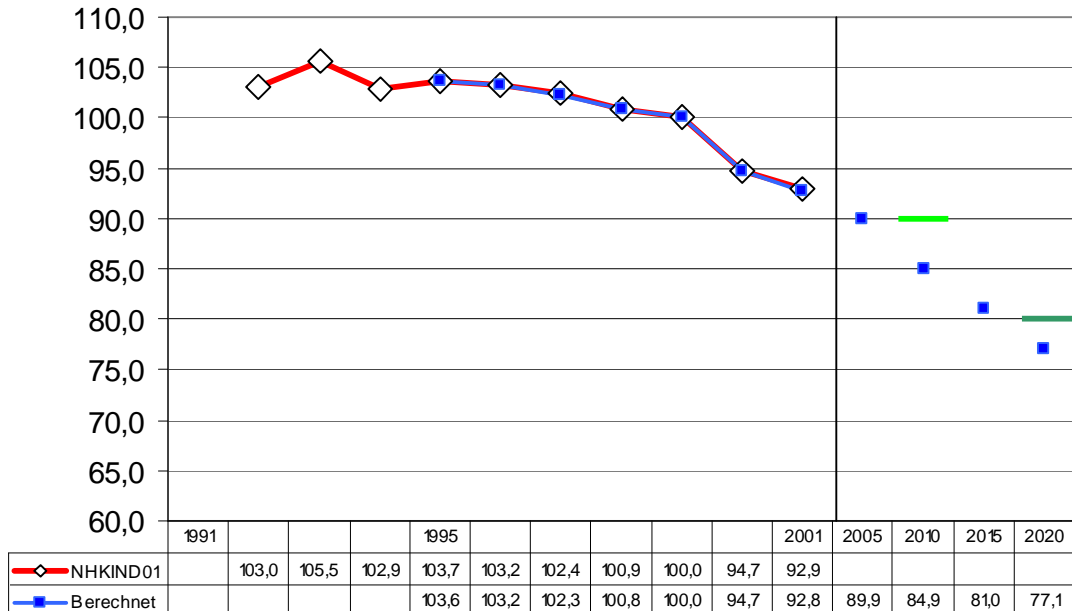


Abbildung 21: Nachhaltigkeitsindikator: Verkehrsintensität Güterverkehr

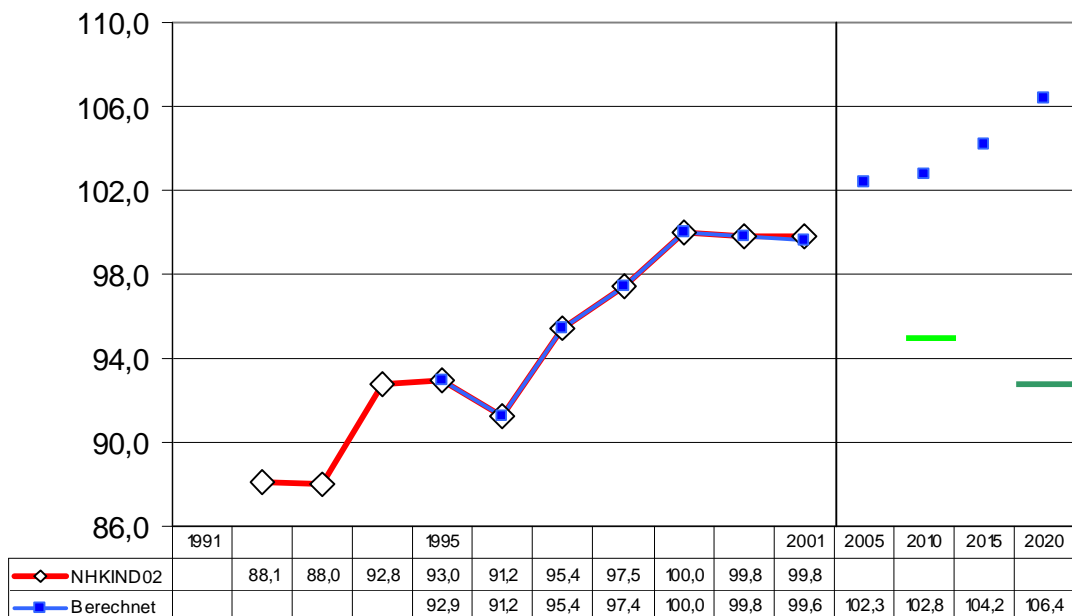


Abbildung 22: Nachhaltigkeitsindikator: Anteil der Bahn an der Güterbeförderungsleistung

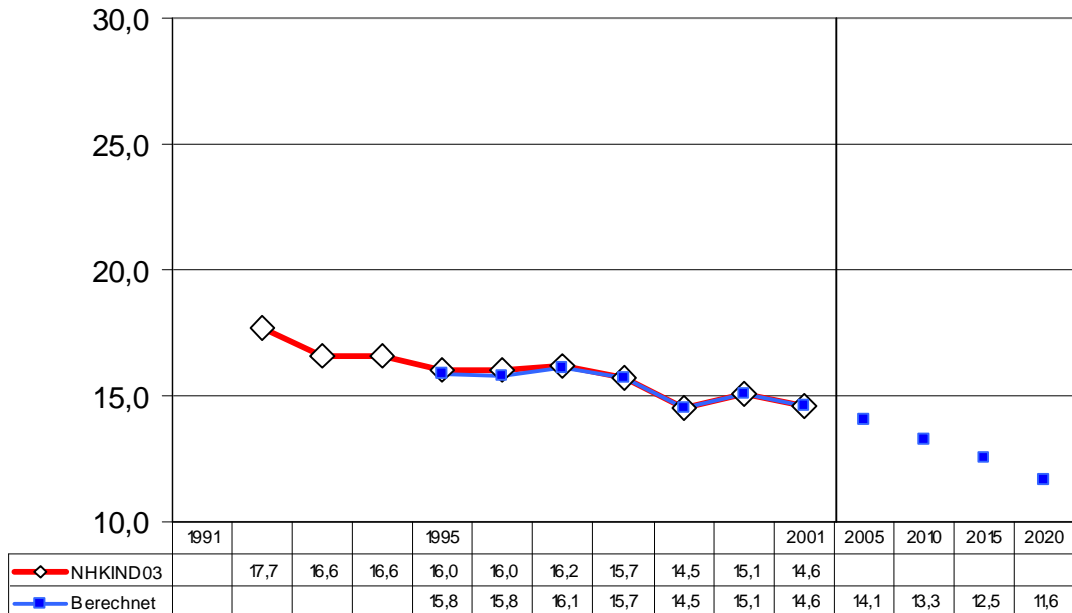


Abbildung 23: Nachhaltigkeitsindikator: Energieproduktivität

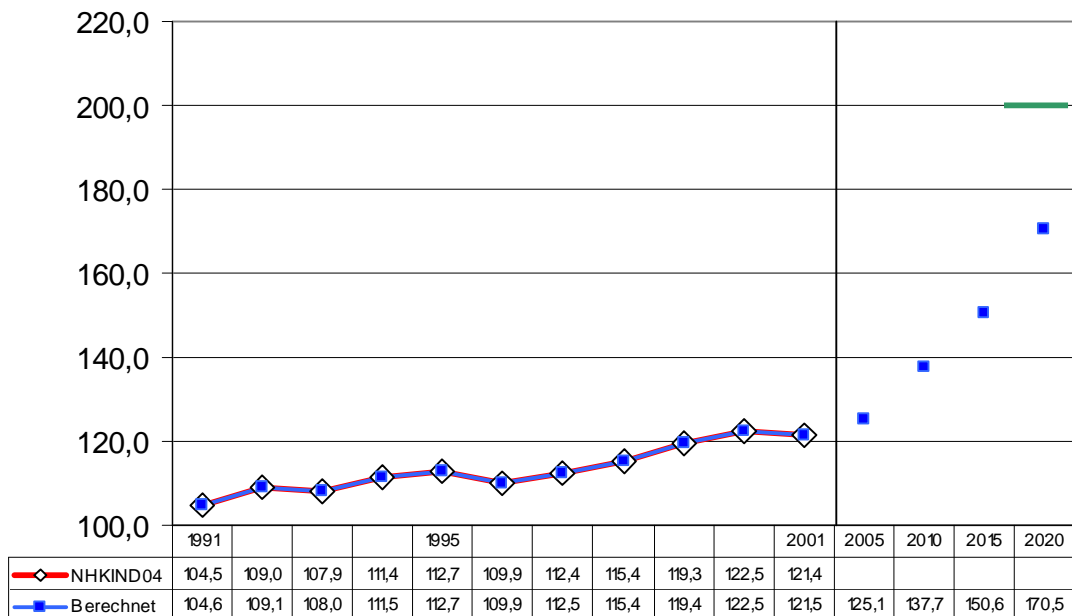


Abbildung 24: Nachhaltigkeitsindikator: Treibhausgasemissionen

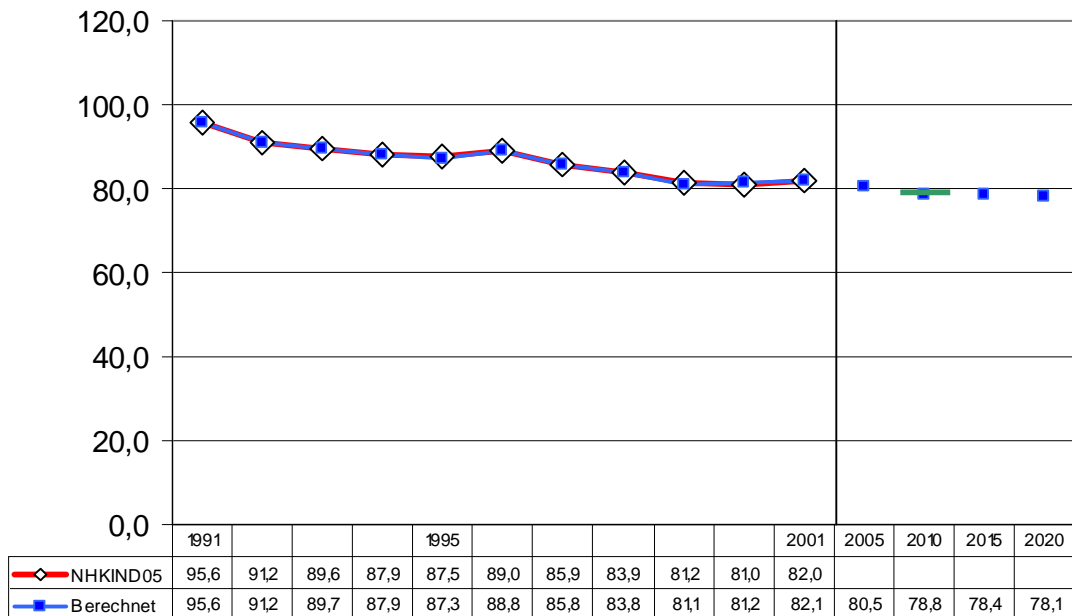


Abbildung 25: Nachhaltigkeitsindikator: Luftschadstoffe

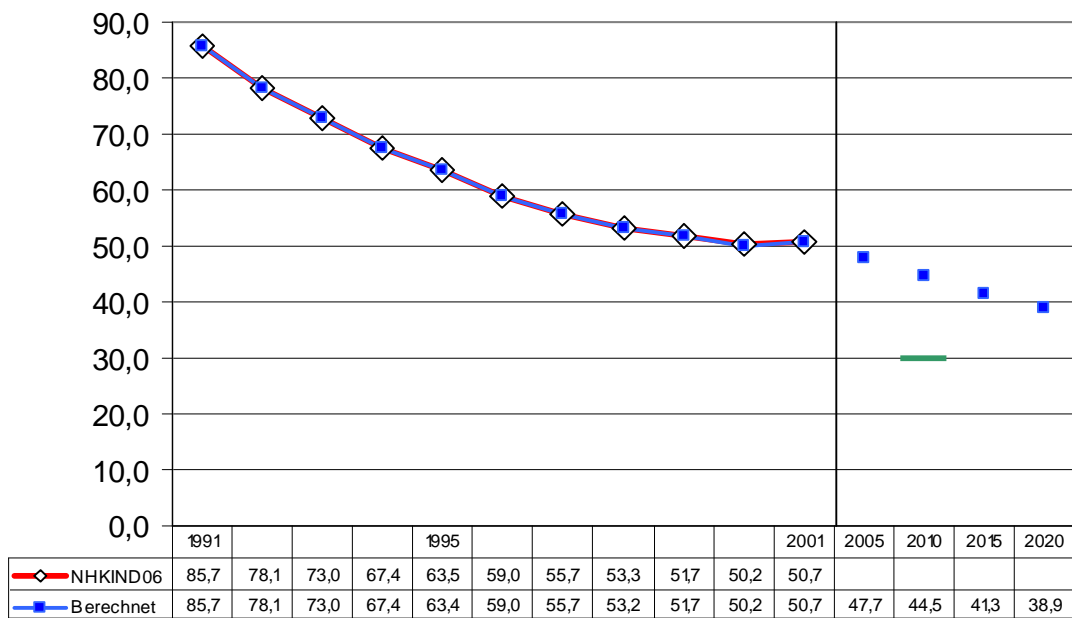


Abbildung 26: Nachhaltigkeitsindikator: Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche

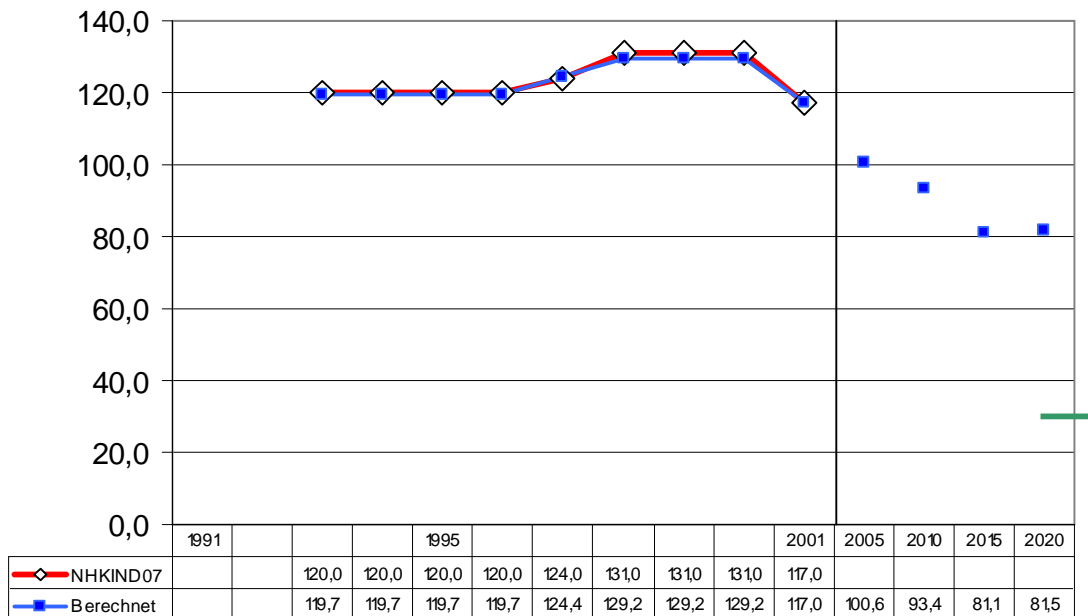


Abbildung 27: Nachhaltigkeitsindikator: Nettoneuverschuldung

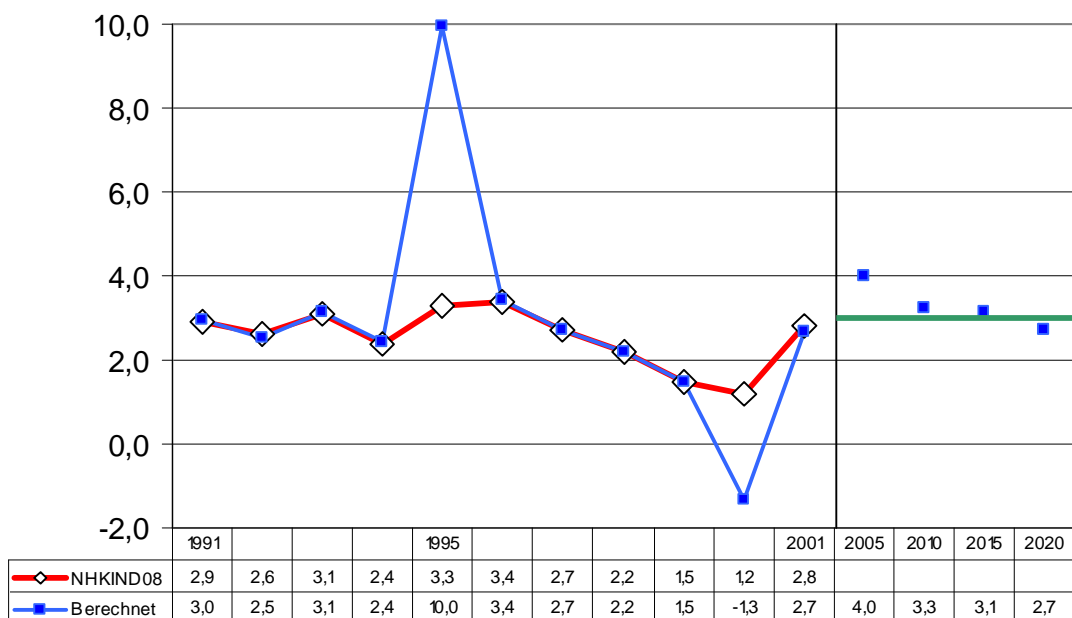


Abbildung 28: Nachhaltigkeitsindikator: Investitionsquote

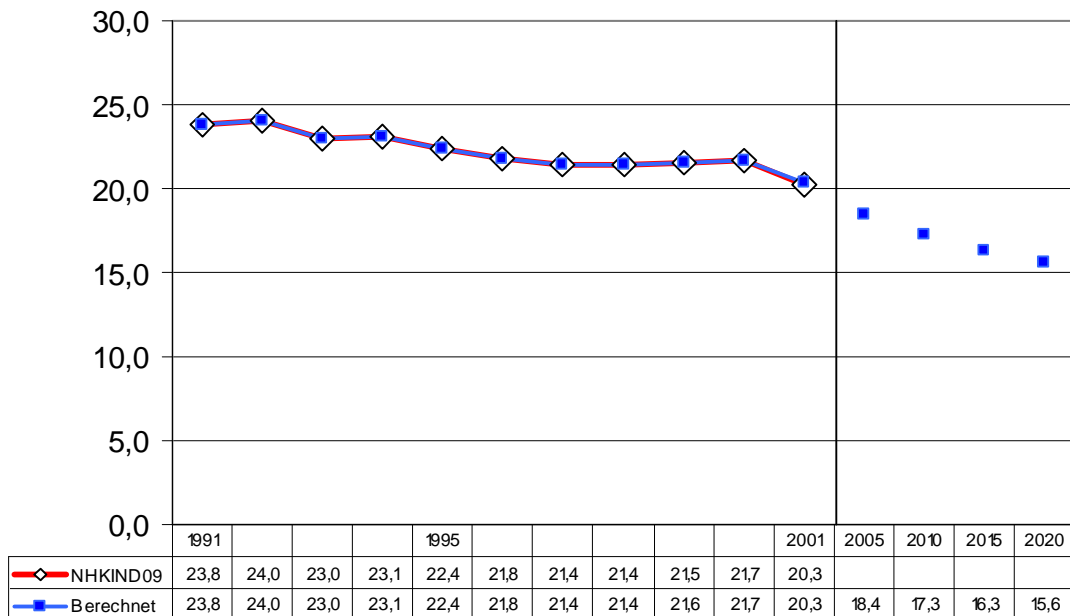


Abbildung 29: Nachhaltigkeitsindikator: Bruttoinlandsprodukt je Einwohner

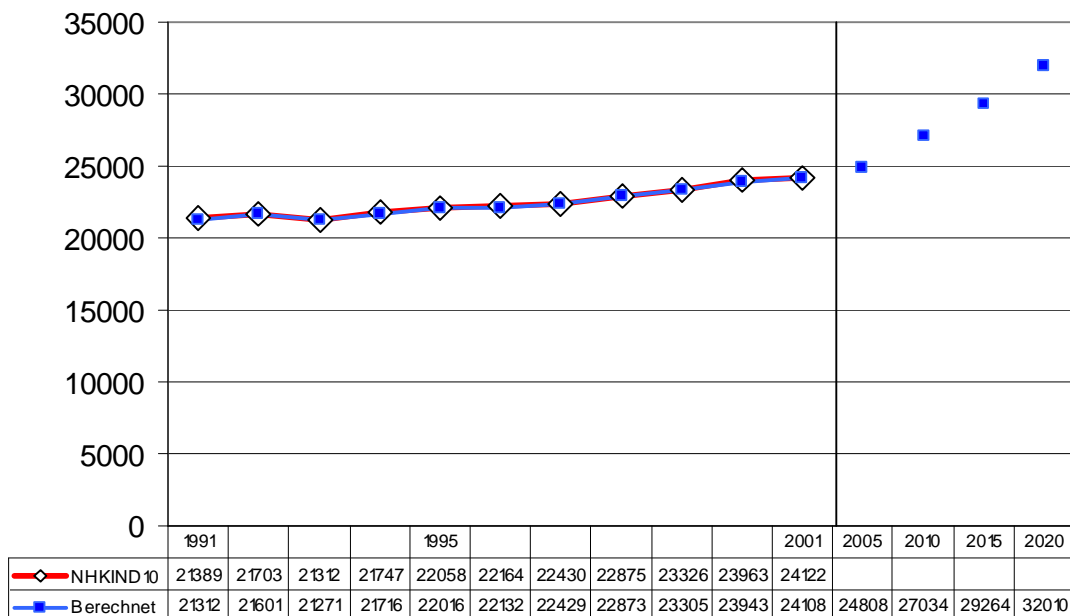
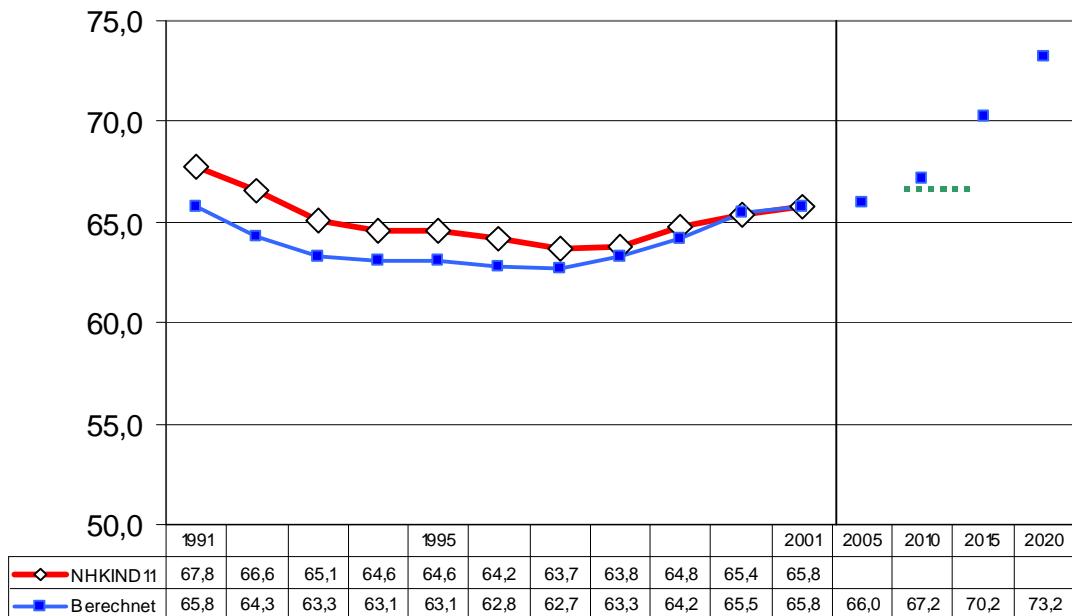


Abbildung 30: Nachhaltigkeitsindikator: Erwerbstätigenquote



5 SIMULATIONSRECHNUNGEN

Zur Analyse wirtschaftspolitischer Maßnahmen werden häufig computergestützte Modelle eingesetzt, die große Datenmengen schnell verarbeiten können und auf diese Weise helfen, komplexe Sachverhalte in einem konsistenten Rahmen zu analysieren. Der geschlossene Modellrahmen ist wichtig, weil nur so gewährleistet ist, dass alle Effekte von Maßnahmen erfasst werden, während in Partialanalysen wichtige Zusammenhänge unberücksichtigt bleiben können. Üblicherweise wird in diesen Modellen die Szenariotechnik eingesetzt, bei der zwei Szenarien quantitativ beschrieben und verglichen werden: Ein Referenzszenario, das eine Entwicklung ohne die zu untersuchenden Maßnahmen beschreibt und ein PolitikszENARIO, das sich vom Referenzszenario durch diese Maßnahme unterscheidet. Unterschiedliche Ergebnisse können dann auf die Einführung der Politikmaßnahme zurückgeführt werden. Die Differenzen in relativer oder absoluter Abweichung sind das wesentliche Ergebnis dieser Modellrechnungen, gerade auch angesichts der Datenunsicherheit im Verkehrsbereich.

Allerdings ist PANTA RHEI im Gegensatz etwa zu berechenbaren Allgemeinen Gleichgewichtsmodellen ausdrücklich als Prognosemodell konzipiert. Absolute ökonomische und ökologische Größen werden konsistent in die Zukunft fortgeschrieben. Die Parameter werden auf Basis der Vergangenheitsentwicklung durch ökonometrische Schätzung kalibriert. Das gesamte Modell wird in historischen Simulationen für den Beobachtungszeitraum solange korrigiert, bis die Vergangenheitsentwicklung sehr gut wiedergegeben werden kann. Da die Entwicklung der Absolutwerte für die politische Diskussion gleichermaßen von großer Bedeutung sind, werden diese Größen zuerst dargestellt. Bewusst wird in Abschnitt 4 nicht vom Referenzszenario sondern von der Basisprognose gesprochen, die auf Grundlage der Verhaltensparameter der Vergangenheit die wahrscheinliche Entwicklung unter der Voraussetzung beschreibt, dass über die bereits beschlossenen politischen Maßnahmen hinaus, keine weiteren Instrumente eingesetzt werden. Ziel der Basisprognose, die den status quo fortschreibt, ist also nicht die Zielerreichung, sondern die Messung der Lücke zwischen politischem (Umwelt-)Ziel und wahrscheinlicher Entwicklung ohne weiteres politisches Handeln. Würden in der Basisprognose alle politischen Ziele erreicht, wäre kein weiterer politischer Handlungsbedarf mehr gegeben. Alternativ kann aber auch hinterfragt werden, ob die Ziele (z. B. bei der Verkehrsintensität des Personenverkehrs) anspruchsvoll genug sind.

Im zweiten Schritt kann dann in diesem Abschnitt in Politiksimulationen geprüft werden, ob und in wieweit die gegenwärtig diskutierten politischen Instrumente zur Schließung der Nachhaltigkeitslücken beitragen werden. Dabei sind die in Tabelle 3 aufgeführten 15 Simulationsrechnungen durchgeführt worden. Simulation 9b ist nach Absprache mit dem UBA nicht weiter dokumentiert.

Tabelle 3: Durchgeführte Politiksimulationsrechnungen

| Nr. | Maßnahme | Veränderte Variablen | Komp. |
|-----|---|--|-------------|
| 1 | Dieselsteuerangleichung/Umgestaltung Kfz-Steuer (Bemessungsgrundlage CO ₂) | Steuersatz Diesel für Pkw; Bemessungsgrundlage Kfz-Steuer; Niedrigerer Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen | V |
| 1a | + höhere Abgänge von Altfahrzeugen im Jahr 2005 | + Abgangsquote Pkw im Jahr 2005 | V |
| 1b | + konstante Sparquote in 2005 | + Höhere Konsumausgaben in 2005 | V |
| 2 | Umgestaltung der Kfz-Steuer ab 2005 (Bemessungsgrundlage CO ₂), Dieselaufschlag bleibt erhalten | Bemessungsgrundlage Kfz-Steuer; Niedrigerer Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen | V |
| 3 | Wegfall der Eigenheimzulage ab 2005 | Eigenheimzulage | V |
| 3a | + Senkung der Sozialversicherungsbeiträge | + Senkung Sozialversicherungsbeiträge | S |
| 4 | Wegfall der Pendlerpauschale schrittweise bis 2015 | Pendlerpauschale | V |
| 4a | + aufkommensneutrale Senkung der Einkommensteuer | + Senkung Einkommensteuersätze | E |
| 5 | Fortführung der Ökosteuern auf Benzin und Diesel in 5 weiteren Stufen von 2005 bis 2009 | Steuersätze Benzin und Diesel; Sozialversicherungsbeiträge | S |
| 6 | Einführung einer europaweiten Kerosinsteuer ab 2005 | Steuersatz Kerosin; Sozialversicherungsbeiträge | S |
| 7 | Änderung der Mehrwertsteuersätze bei Bahn und Flugverkehr | Mehrwertsteuersätze bei Bahn und Flugverkehr | V |
| 8 | Kombination der Simulationen 6 und 7 | Wie 6 und 7 | V, S |
| 9a | Lkw-Maut: Verdopplung der Mautsätze bis 2020 | Verdopplung der Mautsätze bis 2020; Senkung der Bahnpreise im Güterverkehr um bis zu 10% | Z |
| 9b | Wie 9a und Senkung der Sozialversicherungsbeiträge | Wie 9a und Senkung der Sozialversicherungsbeiträge | S |
| 9c | Lkw-Maut: Schweizer Szenario: Einführung der Maut auf allen überörtlichen Strassen und höhere Mautsätze | Höhere Mautsätze bis 2020; Senkung der Bahnpreise im Güterverkehr um bis zu 20%; Erhöhung der Auslastung der Lkw um bis zu 3%. | V, Z |

Wichtig für das Verständnis der fiskalischen und ökonomischen Effekte der Maßnahmen ist die in den Simulationen gewählte Verwendung zusätzlicher Staatseinnahmen. Dabei wirkt der Einsatz zur Reduktion der Neuverschuldung (**V**) jeweils eher negativ auf BIP und Beschäftigung, weil dem Wirtschaftskreislauf unmittelbar Mittel entzogen werden. Die erhoffte positive Wirkung geringerer Neuverschuldung auf die Zinssätze und damit auch auf private Investitionen und Konsum ist angesichts weltweit verflochtener Kapitalmärkte und der Europäischen Währungsunion dagegen kurzfristig unsicher und allenfalls schwach ausgeprägt. Gleichzeitig machen die Simulationsrechnungen aber auch eindrucksvoll sichtbar, welche langfristigen Potentiale zur Schuldenreduktion und damit für zukünftige Ausgabenspielräume verschiedene Maßnahmen bieten.

Dagegen führt der Einsatz zusätzlicher Mittel zur Senkung der Einkommensteuer (**E**) oder zur Senkung der Sozialversicherungsbeiträge (**S**) auch im Rahmen der Ökologischen Steuerreform eher zu positiven Wirkungen bei gesamtwirtschaftlicher Produktion und auf dem Arbeitsmarkt. Ein wirksamer Abbau der Staatsverschuldung ist dann nicht zu erwarten. Bei der Lkw-Maut wird schließlich ein Teil der Mauteinnahmen zweckgebunden (**Z**) für die Verbesserung des Schienengüterverkehrsangebots eingesetzt.

5.1 SIMULATION 1: ANGLEICHUNG DER MINERALÖLSTEUER/UMGESTALTUNG DER KFZ-STEUER

5.1.1 Annahmen

In diesem Szenario wird ab dem Jahr 2005 der Steuersatz auf Dieseldieselkraftstoff für Pkw um 18,41 €Cent/l an das Benzinniveau in Höhe von 65,45 €Cent/l angeglichen. Gleichzeitig werden die Kfz-Steuersätze für Diesel-Pkw soweit abgesenkt, dass das gesamte Aufkommen aus Kfz- und Mineralölsteuer im Jahr 2005 unverändert bleibt. Neue Bemessungsgrundlage der Kfz-Steuer der Pkw sind ab 2005 die CO₂-Emissionen in g pro km.

Nach der COWI-Studie (2002, S. 102) über fiskalische Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen sinkt der spezifische Dieseldieselverbrauch von Neuzulassungen durch die Umgestaltung der Kfz-Steuer zusätzlich gegenüber dem Rückgang in der Basisprognose um bis zu 3,4%, was als Vorgabe in das Szenario eingeht. Bei Benzin-Pkw liegt der Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen sogar um bis zu 5,5% unter den Werten der Basisprognose. Eine Veränderung des Dieseldieselanteils bei Neufahrzeugen wird nicht angenommen.

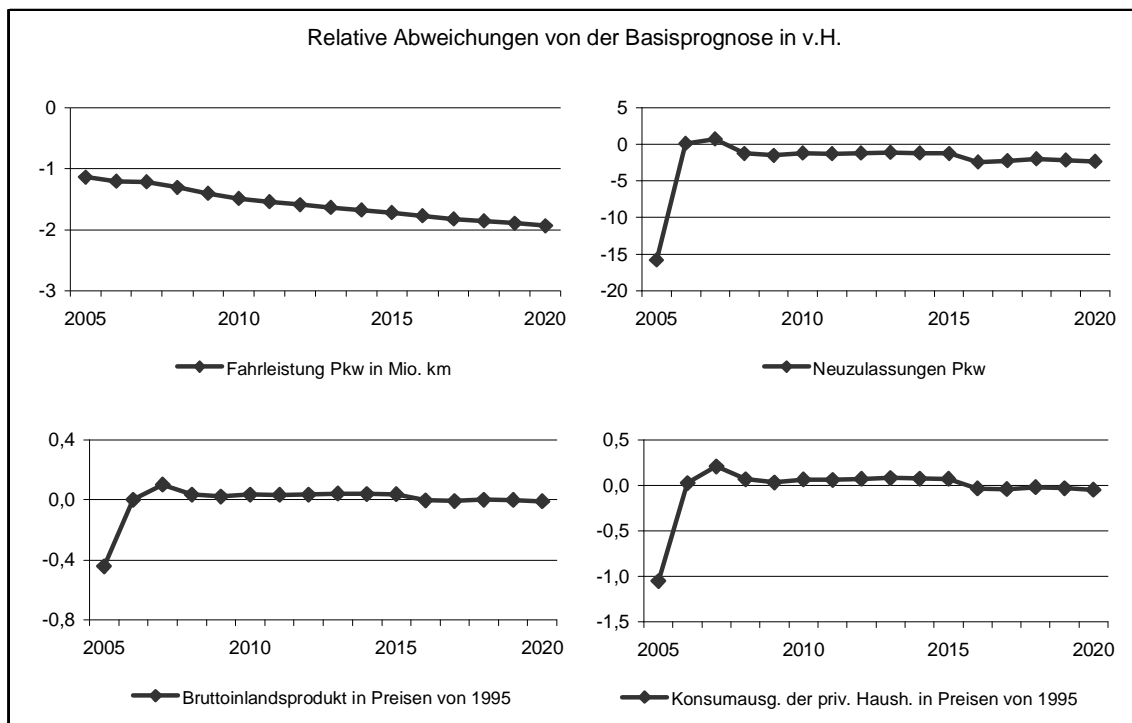
Für die Modellierung der Maßnahme in PANTA RHEI sind Verhaltensannahmen zu treffen, die für die Modellergebnisse sehr wichtig sind. Die Maßnahme wird dann über die technische Veränderung von Neuwagen hinaus Verhaltensänderungen bewirken, wenn sich die kilometerabhängigen Kosten des Autofahrens verändern. Im Weiteren ist unterstellt, dass die Privaten Haushalte die Treibstoffpreise als variable Kostengröße begreifen und entsprechend bei Preisänderungen reagieren. Dagegen wird die Kfz-Steuer als fixe Kostengröße betrachtet, die fahrleistungsunabhängig bezahlt werden

muss. Die Kfz-Steuer beeinflusst demnach in erster Linie die Kaufentscheidung, aber nicht die Fahrentscheidung.

5.1.2 Ergebnisse

Was bedeutet diese Umgestaltung der Kraftstoffbesteuerung unter den genannten Annahmen ökonomisch? Die Kfz-Steuer fällt auch in der modifizierten Form kilometerunabhängig an, während die höhere Dieselsteuer pro Kilometer bezahlt werden muss. Bisher fixe Kosten werden jetzt variabel. Die höheren Dieselpreise verringern die Pkw-Fahrleistungen, die im Jahr 2005 um über 1% und im Jahr 2020 sogar um fast 2% niedriger liegen als im Referenzfall. Da die durchschnittlichen Fahrleistungen pro Jahr und Pkw nicht in gleichem Maße zurückgehen, werden insbesondere im Jahr 2005 weniger Neufahrzeuge nachgefragt. Für die deutsche Automobilindustrie bedeutet dies in 2005 einen Rückgang der Bruttoproduktion gegenüber der Referenz um 3%, die Beschäftigung in der Automobilindustrie reagiert darauf schwächer mit einem Minus von etwa 10.000 Beschäftigten oder 1,2%. Auch der Konsum der Privaten Haushalte für Kraftfahrzeuge geht in dieser Größenordnung gegenüber dem Referenzfall zurück, wenn unterstellt wird, dass keine zusätzlichen Neuwagenkäufe stattfinden und die Privaten Haushalte geringere Autokäufe nicht sofort durch höhere andere Konsumausgaben ausgleichen (vgl. Abbildung 31). Der Rückgang der Neuzulassungen führt zu einem Anstieg der Ersparnis der Privaten Haushalte. Diese Annahme erscheint bei langlebigen Konsumgütern plausibel. In Variante b wird aber auch ein Szenario mit unveränderter Sparquote gerechnet.

Abbildung 31: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der privaten Haushalte



Langfristig bewirkt die Maßnahme durch die etwas andere Konsumstruktur sogar einen Anstieg der Beschäftigung (vgl. Abbildung 32). Ein leichter Beschäftigungsrückgang im Fahrzeugbau und auch im Kfz-Handel im Vergleich zur Basisprognose wird durch höhere Beschäftigungszahlen besonders im Dienstleistungsbereich mehr als ausgeglichen (vgl. Abbildung 33).

Abbildung 32: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung

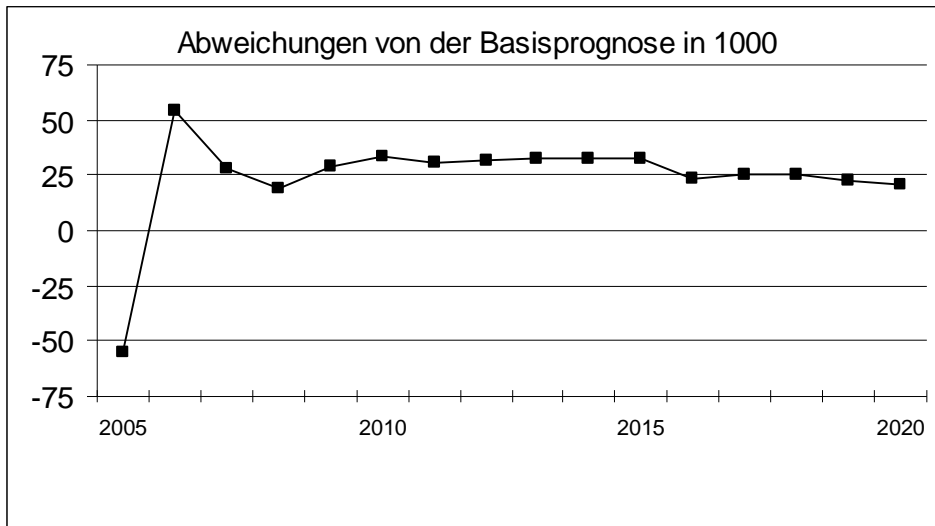
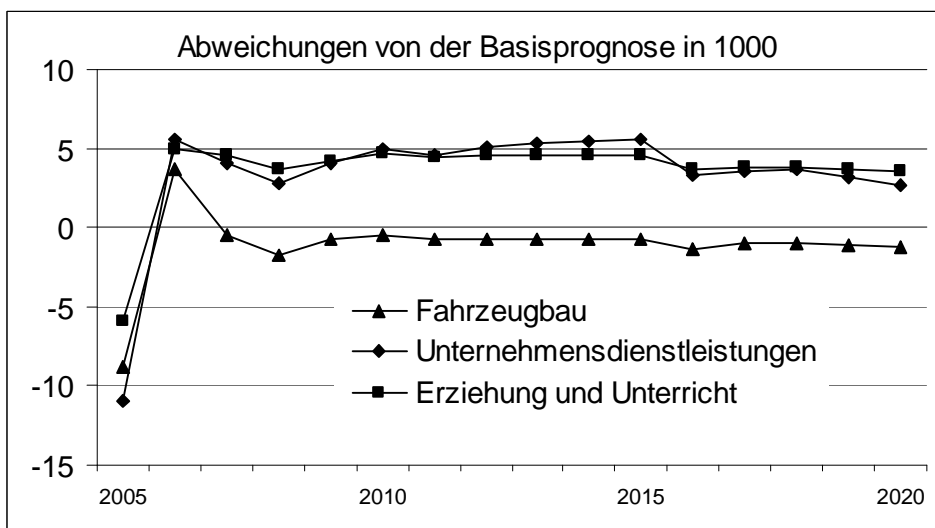


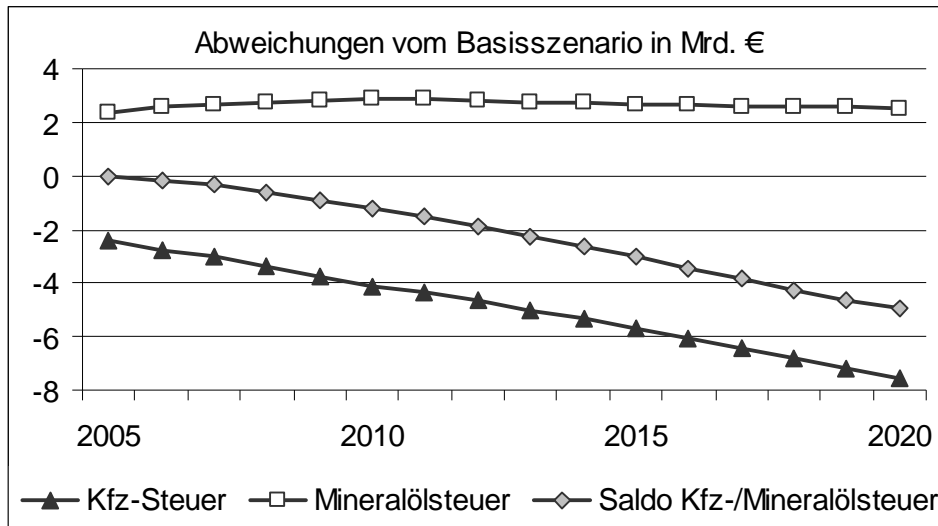
Abbildung 33: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die Beschäftigung in ausgewählten Bereichen



Längerfristig verzichtet der Staat durch die Maßnahme auf Einnahmen, wenn in Zukunft keine Anpassung der Steuersätze erfolgen sollte. Der Grund liegt in der unterschiedlichen Entwicklung der Bemessungsgrundlagen der Mineralölsteuer und der Kfz-Steuer. Während die Bemessungsgrundlage der Mineralölsteuer, der Treibstoffverbrauch, durch den sinkenden Durchschnittsverbrauch vor allem der Pkw-Neuzulassungen trotz weiter steigender Fahrleistung schon in der Basisprognose eher zurückgeht, steigt die Zahl der Pkw – und ihr Hubraum – und damit die bisherige

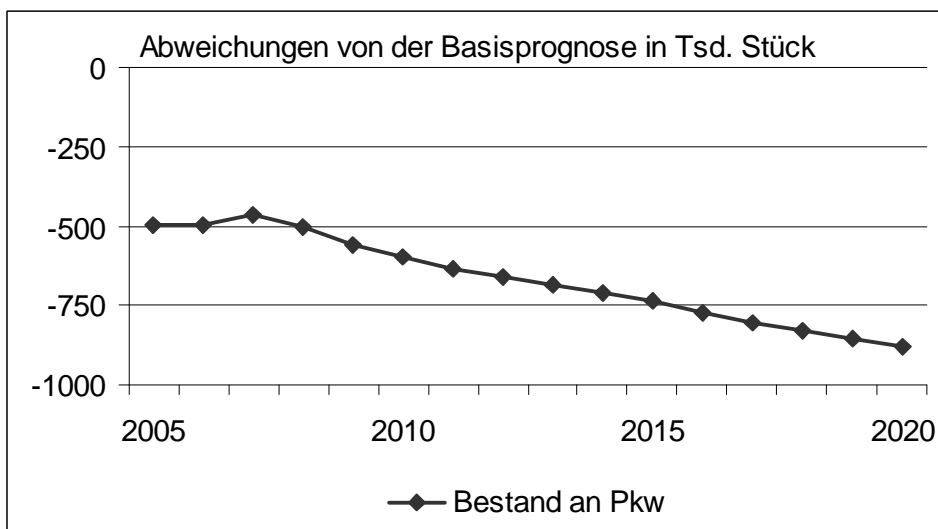
Bemessungsgrundlage der Kfz-Steuer weiter an. Dieser fiskalische Gesichtspunkt könnte aber durch einen Anstieg der Kfz-Steuersätze wie in Simulation 2 abgefangen werden.

Abbildung 34: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf das Steueraufkommen



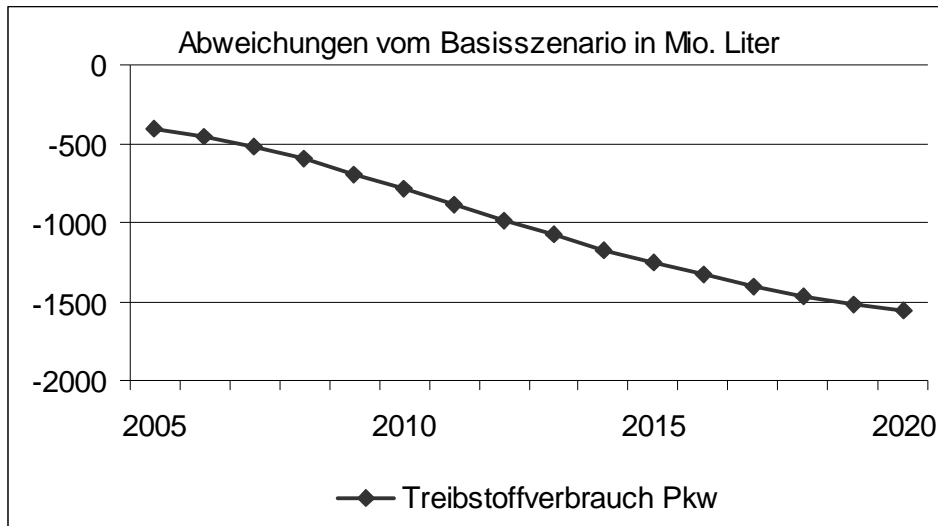
Der Staat finanziert diese Steuerausfälle weitgehend durch zusätzliche Verschuldung, die sich mit Zins und Zinseszins bis zum Jahr 2020 auf rund 44 Mrd. € addiert. Dafür bleibt das Bruttoinlandsprodukt langfristig fast unverändert. Der Pkw-Bestand liegt im Jahr 2020 um rund 0,9 Mio. niedriger als in der Basisprognose (vgl. Abbildung 35).

Abbildung 35: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf den Pkw-Bestand



Die umweltbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren entwickeln sich weitestgehend positiv. Der Dieselverbrauch und die damit verbundenen Emissionen gehen gegenüber der Basisprognose zurück (vgl. Abbildung 36). Die CO₂-Emissionen liegen dadurch im Jahr 2020 um 3,5 Mio. t niedriger als in der Basisprognose.

Abbildung 36: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer auf den Treibstoffverbrauch der Pkw



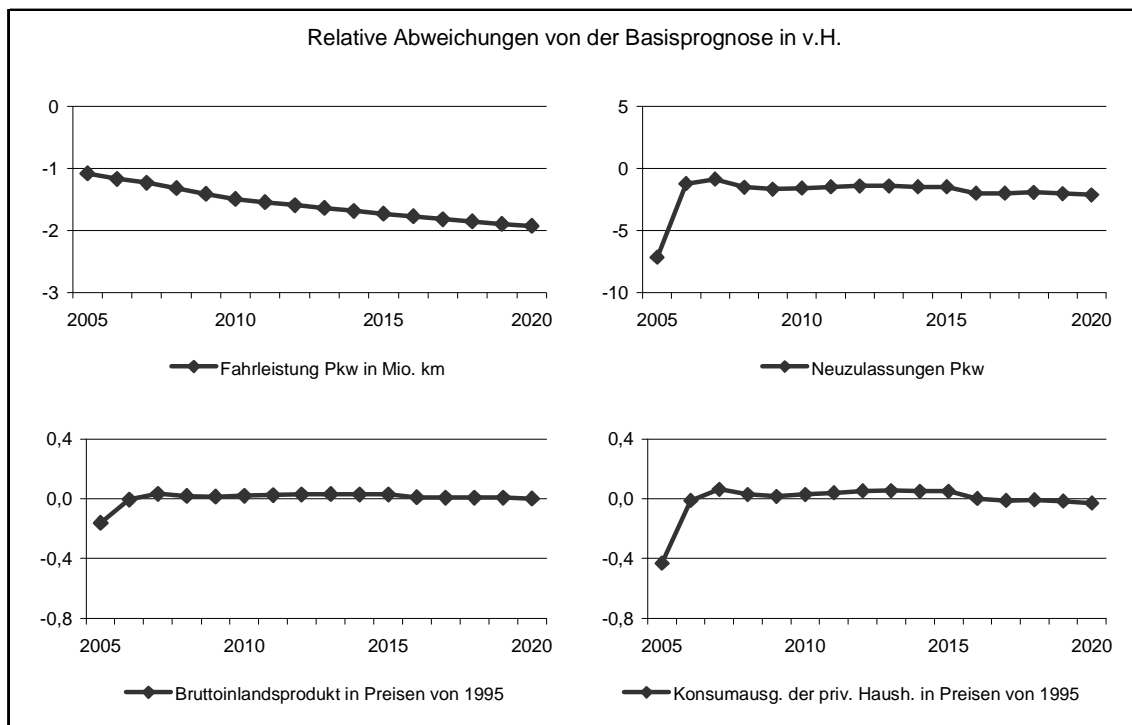
Die Fahrleistungen und damit auch die Verkehrsintensität des Personenverkehrs gehen im Vergleich zur Basisprognose zurück. Auf die Flächeninanspruchnahme ist der Effekt dagegen vom Jahr 2005 abgesehen gering. Lediglich die Transportintensität steigt leicht an. Ein kleiner Teil der reduzierten Pkw-Fahrleistungen wird offensichtlich durch Güterverkehr substituiert.

5.1.3 Variante a: Höhere Abgänge von Altfahrzeugen in 2005

Eine Möglichkeit, den negativen gesamtwirtschaftlichen Effekt durch die niedrigeren Pkw-Fahrleistungen und damit geringeren Neuzulassungen im Jahr 2005 zu verringern oder zu vermeiden, sind Anreize, ältere Pkw früher als geplant zu ersetzen. Dies könnte durch informatorische Maßnahmen erreicht werden, die die Steuerumstellung begleiten. Auch die höheren Dieselpreise könnten einen unmittelbaren Anreiz bieten, ältere Pkw mit hohem Treibstoffverbrauch schneller zu ersetzen. In dieser Variante ist unterstellt, dass – aus welchem Grund auch immer – die Pkw-Abgänge aus dem deutschen Bestand im Jahr 2005 um 0,5% wahrscheinlicher sind als in den übrigen Jahren. Anders gesagt: von den rund 45 Mio. Pkw, die im Jahr 2005 zugelassen sein werden, gehen zusätzlich 225 tausend Pkw aus dem Bestand.

Im Jahr 2005 führt diese Annahme dazu, dass die Reduktion der Fahrleistungen gesamtwirtschaftlich auch im Jahr der Einführung zu deutlich geringeren Effekten führt. Würde die angenommene Zahl der zusätzlichen Pkw-Abgänge auf etwa 450 Tausend weiter gesteigert, könnten schließlich die Effekte in 2005 ganz abgefangen werden. Längerfristig ändern sich die Aussagen gegenüber Simulation 1 in beiden Fällen nicht nennenswert (vgl. Abbildung 37).

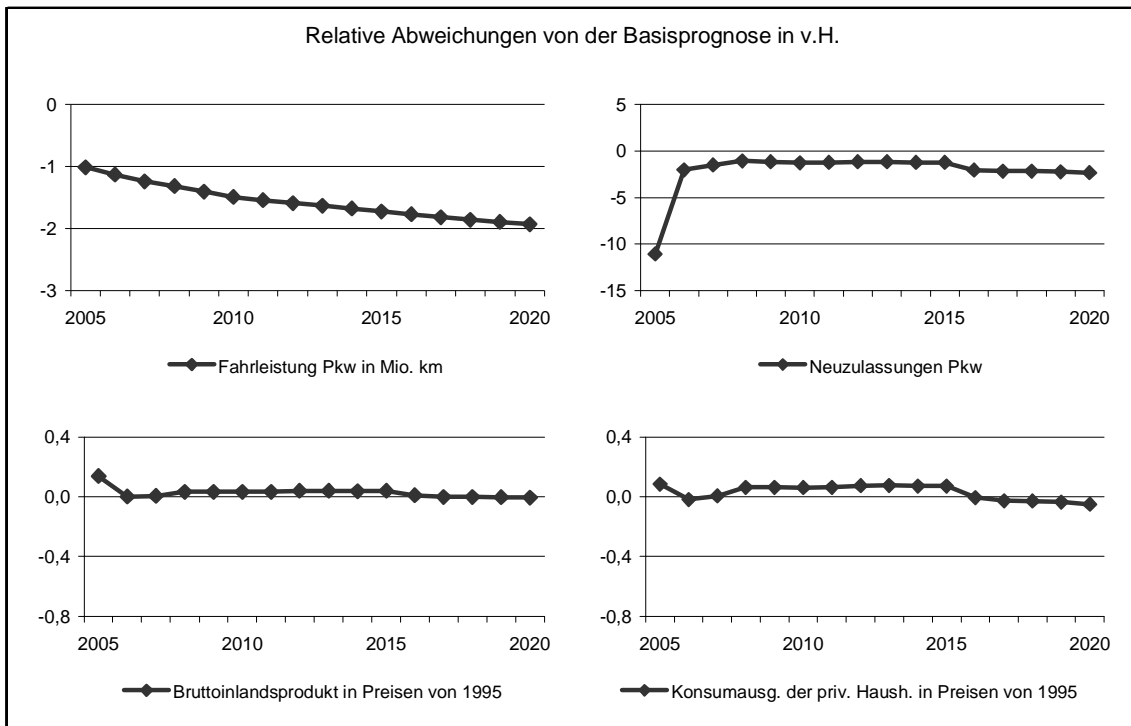
Abbildung 37: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer sowie höherer Abgänge von Altfahrzeugen in 2005 auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der Privaten Haushalte



5.1.4 Variante b: Konstante Konsumausgaben in 2005

In einer zweiten Variante des Szenarios wird unterstellt, dass die Konsumenten, die aufgrund der niedrigeren Fahrleistungen ihre Pkw-Käufe zurückstellen, ihre Sparquote nicht verändern und das Geld für andere Konsumgüter ausgeben. Dadurch wird auch im Jahr 2005 erreicht, dass die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Umgestaltung der verkehrsbezogenen Steuern kaum messbar sind. Die übrigen Ergebnisse von Simulation 1 ändern sich dadurch kaum (vgl. Abbildung 38).

Abbildung 38: Wirkungen einer Angleichung der Mineralölsteuer und Umgestaltung der Kfz-Steuer sowie konstanter Konsumausgaben in 2005 auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der Privaten Haushalte



5.2 SIMULATION 2: UMGESTALTUNG DER KFZ-STEUER AB 2005

In dieser Simulationsrechnung wird die Kfz-Steuer ab dem Jahr 2005 umgestaltet. Bemessungsgrundlage sind dann die CO₂-Emissionen der Kfz pro gefahrenen Kilometer nach UBA-Vorschlag gemäß Tabelle 4. Der Dieselaufschlag bleibt erhalten. Bzgl. der Annahmen zur Entwicklung des Durchschnittsverbrauchs der Neuzulassungen entspricht Simulation 2 der vorigen Simulation 1: Nach der COWI-Studie (2002, S. 102) sinkt der spezifische Dieserverbrauch von Neuzulassungen durch die Umgestaltung der Kfz-Steuer zusätzlich gegenüber dem Rückgang im Referenzszenario um bis zu 3,4%, was als Vorgabe in das Szenario eingeht. Bei Benzin-Pkw liegt der Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen sogar um bis zu 5,5% unter den Werten der Basisprognose.

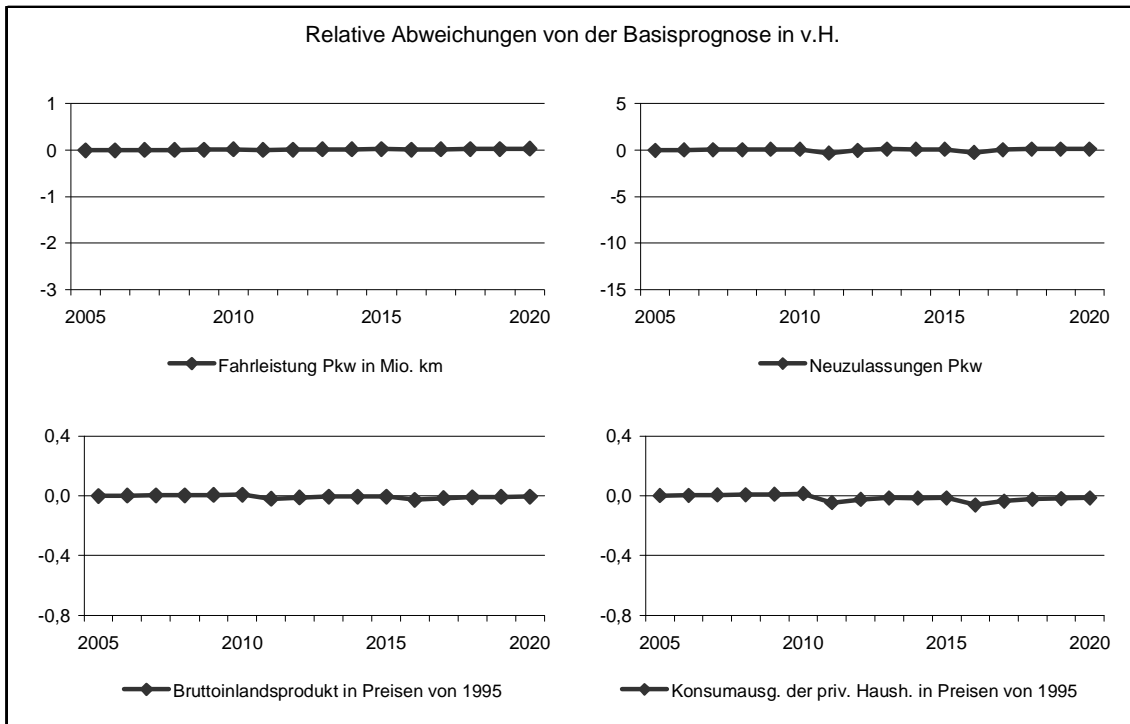
Wegen des sinkenden Durchschnittsverbrauchs bei Neuzulassungen geht mit der Bemessungsgrundlage auch das Kfz-Steueraufkommen im Laufe der Jahre im Vergleich zur hubraumbezogenen Besteuerung in der Basisprognose zurück. Zum Ausgleich werden die Steuersätze in den Jahren 2011 und 2016 für alle Kfz prozentual gleich soweit angehoben, dass das Kfz-Steueraufkommen der Basisprognose in diesem Jahr wieder erreicht wird. Für Otto-Pkw beträgt der Aufschlag in den Jahren 2011 und 2016 jeweils gut 25%. Für Diesel-Pkw ist der Aufschlag mit jeweils gut 10% niedriger, damit die absolute Differenz der Steuersätze unverändert bleibt.

Tabelle 4: Steuersätze der CO₂-bezogenen Kfz-Steuer nach UBA-Vorschlag von 2005 bis 2009

| CO ₂ -Emission g/km | Steuersatz Otto in € | Steuersatz Diesel in € | CO ₂ -Emission g/km | Steuersatz Otto in € | Steuersatz Diesel in € |
|--------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|
| 0 | 0,00 | 0,00 | 255 | 300,00 | 565,20 |
| 5 | 1,50 | 6,70 | 260 | 313,00 | 583,40 |
| 10 | 3,00 | 13,40 | 265 | 326,00 | 601,60 |
| 15 | 4,50 | 20,10 | 270 | 339,00 | 619,80 |
| 20 | 6,00 | 26,80 | 275 | 352,00 | 638,00 |
| 25 | 7,50 | 33,50 | 280 | 365,00 | 656,20 |
| 30 | 9,00 | 40,20 | 285 | 378,00 | 674,40 |
| 35 | 10,50 | 46,90 | 290 | 391,00 | 692,60 |
| 40 | 12,00 | 53,60 | 295 | 404,00 | 710,80 |
| 45 | 13,50 | 60,30 | 300 | 417,00 | 729,00 |
| 50 | 15,00 | 67,00 | 305 | 434,00 | 751,20 |
| 55 | 16,50 | 73,70 | 310 | 451,00 | 773,40 |
| 60 | 18,00 | 80,40 | 315 | 468,00 | 795,60 |
| 65 | 19,50 | 87,10 | 320 | 485,00 | 817,80 |
| 70 | 21,00 | 93,80 | 325 | 502,00 | 840,00 |
| 75 | 22,50 | 100,50 | 330 | 519,00 | 862,20 |
| 80 | 24,00 | 107,20 | 335 | 536,00 | 884,40 |
| 85 | 25,50 | 113,90 | 340 | 553,00 | 906,60 |
| 90 | 27,00 | 120,60 | 345 | 570,00 | 928,80 |
| 95 | 30,00 | 128,80 | 350 | 587,00 | 951,00 |
| 100 | 33,00 | 137,00 | 355 | 604,00 | 973,20 |
| 105 | 36,00 | 145,20 | 360 | 621,00 | 995,40 |
| 110 | 39,00 | 153,40 | 365 | 638,00 | 1017,60 |
| 115 | 42,00 | 161,60 | 370 | 655,00 | 1039,80 |
| 120 | 45,00 | 169,80 | 375 | 672,00 | 1062,00 |
| 125 | 50,00 | 180,00 | 380 | 689,00 | 1084,20 |
| 130 | 55,00 | 190,20 | 385 | 706,00 | 1106,40 |
| 135 | 60,00 | 200,40 | 390 | 723,00 | 1128,60 |
| 140 | 65,00 | 210,60 | 395 | 740,00 | 1150,80 |
| 145 | 70,00 | 220,80 | 400 | 757,00 | 1173,00 |
| 150 | 75,00 | 231,00 | 405 | 774,00 | 1195,20 |
| 155 | 80,00 | 241,20 | 410 | 791,00 | 1217,40 |
| 160 | 85,00 | 251,40 | 415 | 808,00 | 1239,60 |
| 165 | 94,00 | 265,60 | 420 | 825,00 | 1261,80 |
| 170 | 103,00 | 279,80 | 425 | 842,00 | 1284,00 |
| 175 | 112,00 | 294,00 | 430 | 859,00 | 1306,20 |
| 180 | 121,00 | 308,20 | 435 | 876,00 | 1328,40 |
| 185 | 130,00 | 322,40 | 440 | 893,00 | 1350,60 |
| 190 | 139,00 | 336,60 | 445 | 910,00 | 1372,80 |
| 195 | 148,00 | 350,80 | 450 | 927,00 | 1395,00 |
| 200 | 157,00 | 365,00 | 455 | 944,00 | 1417,20 |
| 205 | 170,00 | 383,20 | 460 | 961,00 | 1439,40 |
| 210 | 183,00 | 401,40 | 465 | 978,00 | 1461,60 |
| 215 | 196,00 | 419,60 | 470 | 995,00 | 1483,80 |
| 220 | 209,00 | 437,80 | 475 | 1012,00 | 1506,00 |
| 225 | 222,00 | 456,00 | 480 | 1029,00 | 1528,20 |
| 230 | 235,00 | 474,20 | 485 | 1046,00 | 1550,40 |
| 235 | 248,00 | 492,40 | 490 | 1063,00 | 1572,60 |
| 240 | 261,00 | 510,60 | 495 | 1080,00 | 1594,80 |
| 245 | 274,00 | 528,80 | 500 | 1097,00 | 1617,00 |
| 250 | 287,00 | 547,00 | | | |

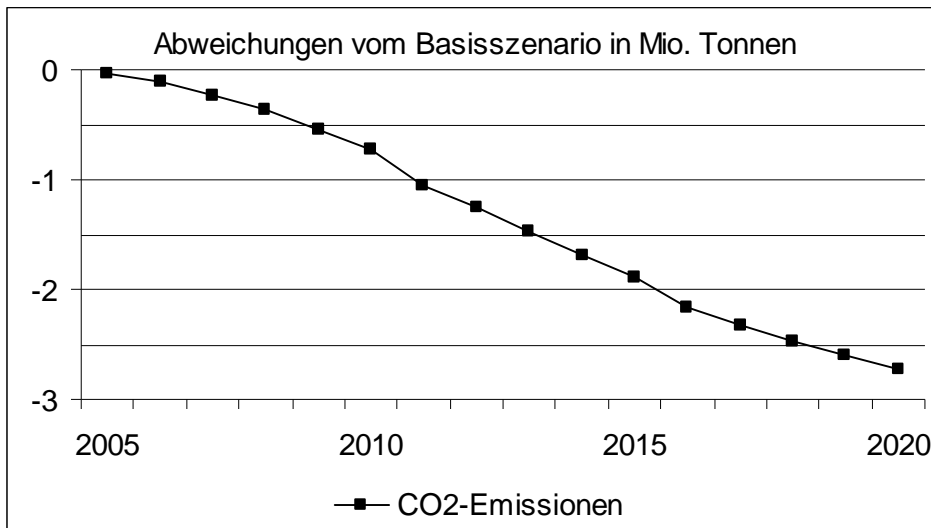
Die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Umgestaltung der Kfz-Steuer sind erwartungsgemäß gering wie Abbildung 39 verdeutlicht. Selbst in Jahren wie 2010 oder 2015, in denen die Kfz-Steuer etwas niedriger liegt als in der Basisprognose, liegen die Veränderungen des BIP und seiner Komponenten im Unschärfbereich. Lediglich die Staatsverschuldung steigt wegen der etwas niedrigeren Steuereinnahmen bis zum Jahr 2020 leicht an. Die Umgestaltung ist Kfz-Steuer ist eine Maßnahme mit geringer ökonomischer Eingriffstiefe.

Abbildung 39: Wirkungen einer Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die Fahrleistung der Pkw, die Neuzulassungen der Pkw, das Bruttoinlandsprodukt und die Konsumausgaben der Privaten Haushalte



Der niedrigere Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen führt gleichzeitig zu einem deutlichen Anstieg der Energieproduktivität, der mit niedrigeren Emissionen verbunden ist. Abbildung 40 verdeutlicht, dass Maßnahmen, die am Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen ansetzen, gerade langfristig positive Wirkungen auf die CO₂-Emissionen haben.

Abbildung 40: Wirkungen einer Umgestaltung der Kfz-Steuer auf die CO₂-Emissionen



5.3 SIMULATION 3: WEGFALL DER EIGENHEIMZULAGE

Für den Wegfall der Eigenheimzulage werden 2 Varianten gerechnet. Einmal werden die Mittel im Staatshaushalt verwendet und verringern die Neuverschuldung im Vergleich zur Basisprognose. In einer zweiten Variante werden die Mittel zur Senkung der Sozialversicherungsbeiträge eingesetzt.

5.3.1 Mittelverwendung Staatshaushalt

Die Eigenheimzulage, die gegenwärtig unter bestimmten Förderbedingungen 8 Jahre lang gewährt wird, stellt für Bauherren einen erheblichen Bestandteil der Finanzierung dar. Die Banken akzeptieren die Eigenheimzulage als Eigenkapitalersatz und binden sie häufig unmittelbar in die langfristige Baufinanzierung ein. Im Szenario wird unterstellt, dass im Jahr 2005 die Eigenheimzulage gestrichen wird. Dies bedeutet für den Erbauer eines Einfamilienhauses im Durchschnitt (im Einzelfall mit der Kinderzahl und dem Investitionsvolumen variierend) gegenüber dem Basislauf einen Anstieg der Finanzierungskosten um ca. 9%. Die ökonometrische Schätzung ergibt eine Elastizität der Nachfrage nach Einfamilienhäusern in Bezug auf die Finanzierungskosten von 0,7. Die Anzahl der Neubauten der Einfamilienhäuser reduzieren sich folglich um anfänglich 6,5% und erwartungsgemäß etwas schwächer die Neubauten von Wohnungen in Zweifamilienhäusern um 4,2%. Der Effekt auf den Bau von Einfamilienhäusern tritt mit einem Jahr Verzögerung ein. Für den (Mietwohnungs-) Bau von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern spielt die Eigenheimzulage keine entscheidende Rolle. Für Investitionen im Bestand, soweit sie von der Eigenheimzulage gefördert werden, gehen wir von einem vergleichbaren Rückgang aus.

Dieser Rückgang bei den Neubauten von Ein- und Zweifamilienhäusern sowie bei umfassenden Renovierungsmaßnahmen im Bestand wirkt sich auf die Wohnungsbauinvestitionen in konstanten Preisen mit zunächst -1,9% wesentlich schwächer aus,

weil die Neubauten von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern nicht und die Renovierungsnachfrage nur zu einem kleinen Teil auf den Wegfall der Eigenheimzulage reagieren. Für die Bauinvestitionen insgesamt, die zusätzlich die Bauinvestitionen der Unternehmen umfassen, bedeutet dies einen Rückgang von nur 1,1%, worauf das Bruttoinlandsprodukt mit einer leichten Minderung von 0,2% reagiert. Abbildung 41 zeigt, dass sich die geschilderten Effekte im Zeitablauf etwas abschwächen. Mit dem Bruttoinlandsprodukt sinkt auch die Beschäftigung gegenüber der Basisprognose in den ersten Jahren des Wegfalls der Eigenheimzulage leicht. Im Jahr 2006 ist der Effekt mit 23 Tausend Arbeitsplätzen im Baugewerbe und gut 6 Tausend Arbeitsplätzen bei den unternehmensbezogenen Dienstleistungen (Architekten etc.) am größten. Insgesamt beläuft sich der negative Beschäftigungseffekt auf bis zu 46 Tausend im Jahr 2006. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass wie unten dargestellt, der Staat seine Ausgaben deutlich reduziert. Mit einem Teil der eingesparten Mittel könnten auch Arbeitsplätze in der Bauwirtschaft, z. B. bei der Gebäudesanierung, erhalten oder neu geschaffen werden.

Abbildung 41: Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage auf Wohnungsbau, Bauinvestitionen und BIP

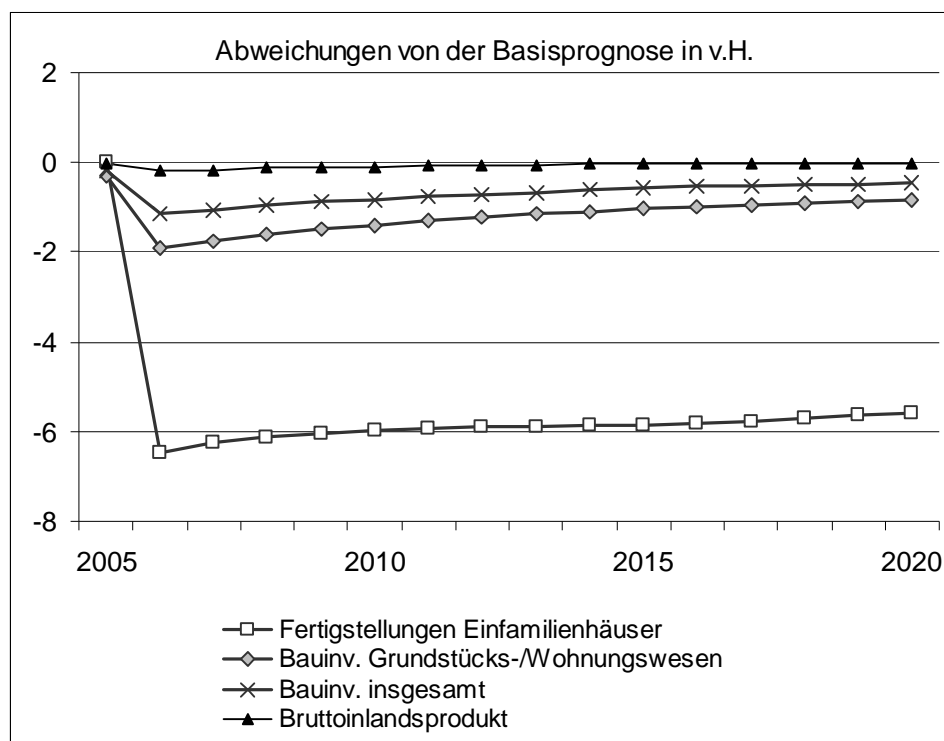
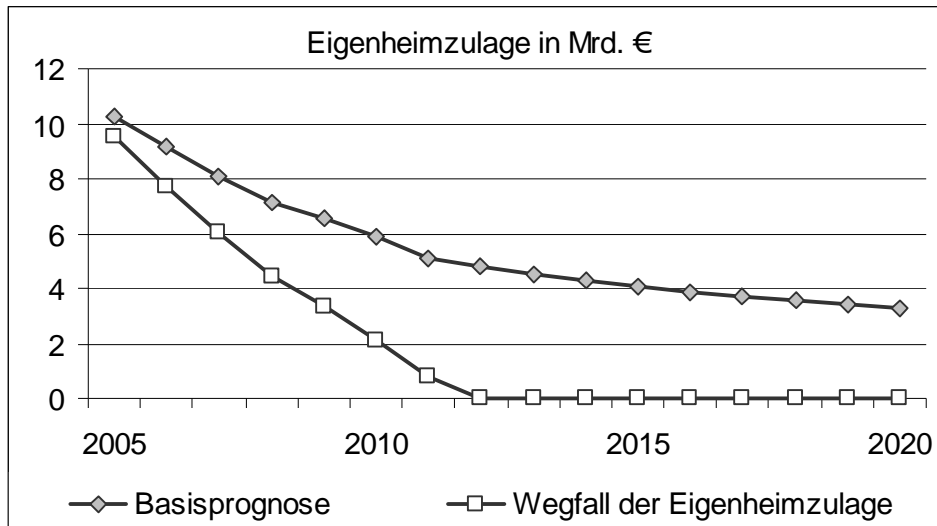


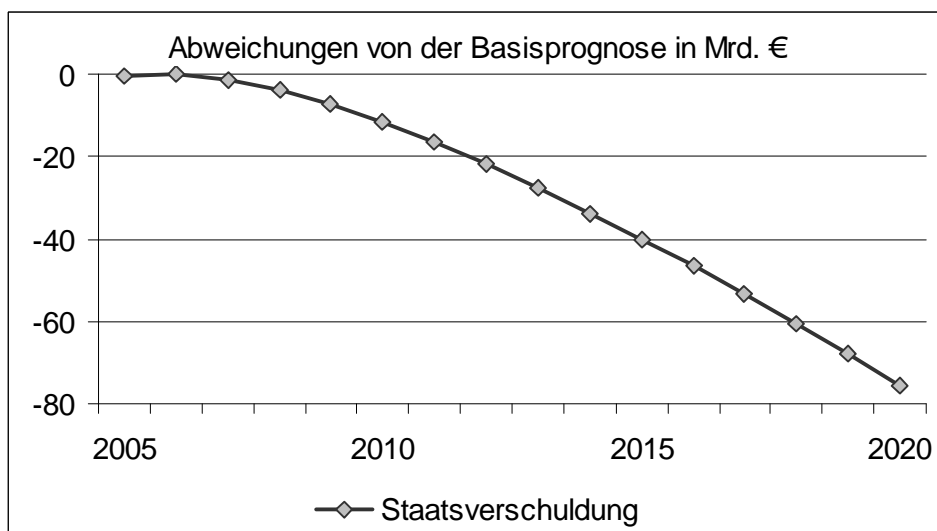
Abbildung 42 stellt die Wirkungen auf die Zahlungen des Staates dar: Im Jahr 2004 liegen die durch die Eigenheimzulage verursachten Vermögenstransfers in beiden Szenarien noch bei ca. 11 Mrd. €. Die Transfers reduzieren sich auch in der Basisprognose, weil sich die im Jahre 2004 eingeführte Senkung erst allmählich und bis zum Jahre 2011 (nach 8 Jahren) vollständig auswirkt. Der weitere Rückgang in der Basisprognose ist auf die Abschwächung der Bautätigkeit zurückzuführen. Durch den Wegfall der Eigenheimzulage im Jahre 2005 (Alternativszenario) werden die durch die Eigenheimzulage verursachten Vermögenstransfers bis zum Jahre 2012 auf Null reduziert. Der Rückgang in der Basisprognose ergibt sich durch die bereits geltende Neuregelung ab 2004, bei der Neubau und Altbau gleich gefördert werden.

Abbildung 42: Entwicklung der durch die Eigenheimzulage verursachten Vermögenstransfers des Staates in Mrd. €



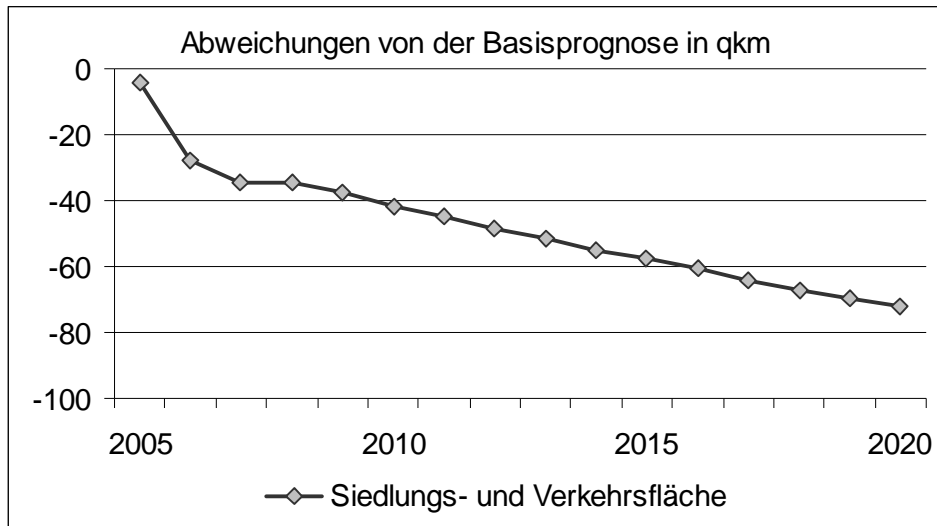
Die Differenz zwischen beiden Kurven ergibt die Ersparnis beim Staat, die akkumuliert bis zum Jahre 2020 ca. 54 Mrd. € beträgt. Für die Staatsverschuldung bedeutet dies unter Berücksichtigung der sich in 25 Jahren ergebenden zusätzlichen Zinseinsparungen eine Minderung um 75 Mrd. € bis zum Jahr 2020. Abbildung 43 veranschaulicht die Entwicklung der Abweichungen der Staatsverschuldung von der Basisprognose in Mrd. €

Abbildung 43: Wirkung des Wegfalls der Eigenheimzulage auf die Entwicklung der Staatsverschuldung



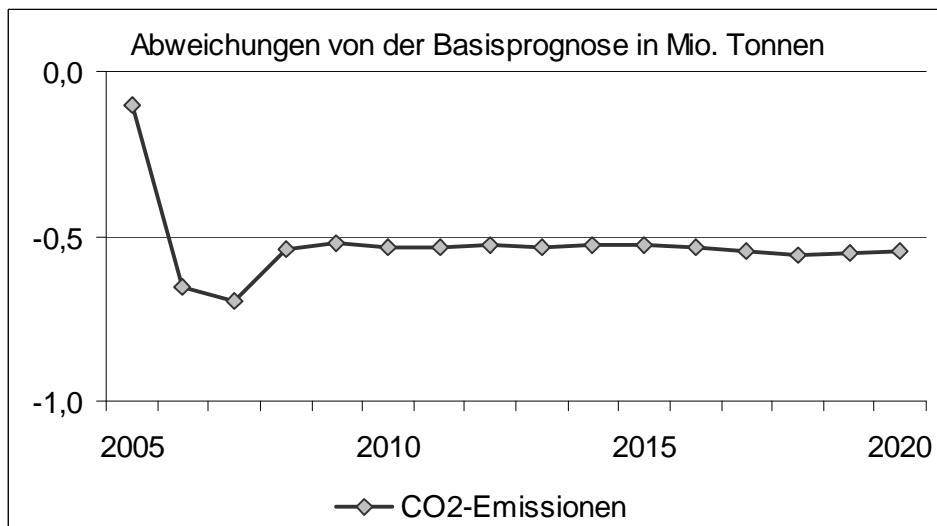
Die geringere Anzahl an Neubauten vermindert den Heizbedarf und den Flächenverbrauch, weil weniger Grundstücke erschlossen werden und damit auch weniger Straßen zur Verkehrserschließung von Neubaugebieten benötigt werden. Abbildung 44 zeigt, dass die Siedlungs- und Verkehrsfläche bis zum Jahr 2020 um über 70 qkm kleiner ist als in der Basisprognose. Der Flächenverbrauch pro Tag geht zunächst um 6 ha und dann im Verlauf abnehmend um etwa 1 ha pro Tag im Vergleich zur Basisprognose zurück.

Abbildung 44: Wirkung des Wegfalls der Eigenheimzulage auf die Siedlungs- und Verkehrsfläche



Die CO₂-Emissionen vermindern sich (Abbildung 45) bis zum Jahre 2020 um ca. 0,7 Millionen Tonnen. Hier wirken zwei Effekte zusammen. Die gesamtwirtschaftliche Produktion geht durch den Wegfall der Eigenheimzulage zunächst leicht zurück, was auch den Energieeinsatz reduziert. Längerfristig sinkt vor allem der Heizenergiebedarf der Haushalte gegenüber der Basisprognose

Abbildung 45: Wirkung des Wegfalls der Eigenheimzulage auf die CO₂-Emissionen



5.3.2 Mittelverwendung Sozialversicherung

Bei Einsatz der eingesparten Mittel bei Wegfall der Eigenheimzulage zur Senkung der Sozialversicherungsbeiträge bleiben die Effekte auf die Wohnungsbauinvestitionen im Vergleich zur Variante mit der Mittelverwendung Staatshaushalt fast unverändert (vgl. Abbildung 46). Das Bruttoinlandsprodukt liegt in dieser Variante nur in den ersten Jahren etwas unter dem Niveau der Basisprognose. Der Wegfall der Eigenheimzulage wirkt unmittelbar auf die Produktion, während die etwas niedrigeren Sozial-

versicherungsbeiträge über Anpassungsreaktionen bei Arbeitskosten, Bruttolöhnen und Güterpreisen auf dem Arbeitsmarkt erst nach einigen Jahren auch die Produktion positiv beeinflussen. Die im Vergleich bessere Entwicklung des BIP führt dazu, dass auch in dieser Variante die Staatsverschuldung im Jahr 2020 etwas niedriger liegt als in der Basisprognose, auch wenn die Wirkung natürlich kleiner ist, als bei direktem Verbleib der Mittel im Staatshaushalt.

Abbildung 46: Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage bei Mittelverwendung Sozialversicherung auf Wohnungsbau, Bauinvestitionen und BIP

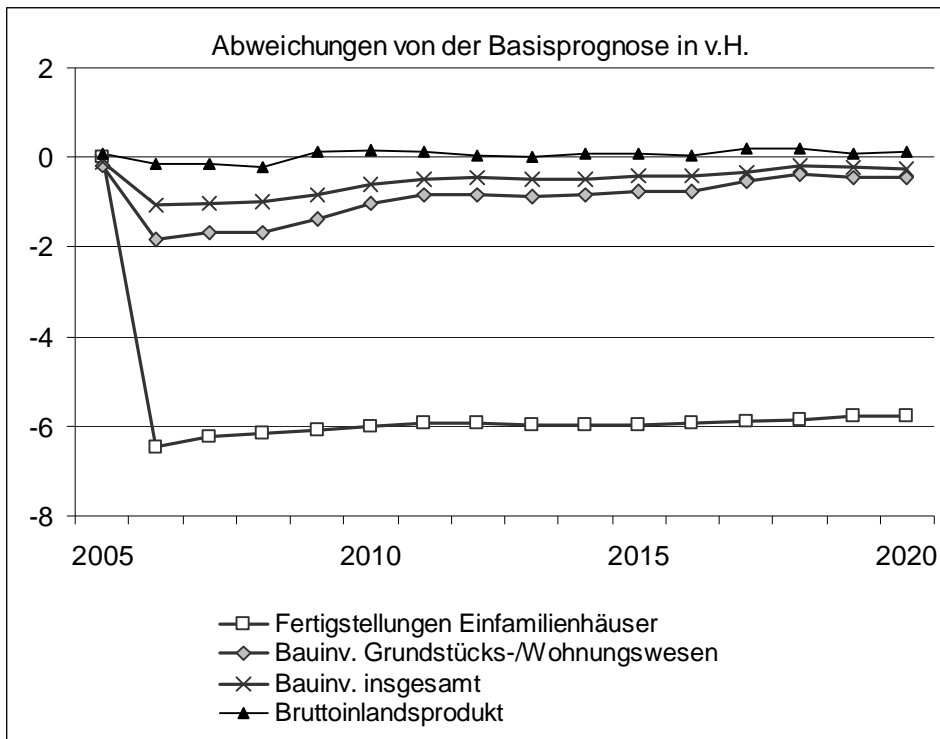


Abbildung 47: Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage bei Mittelverwendung Sozialversicherung auf die Beschäftigung

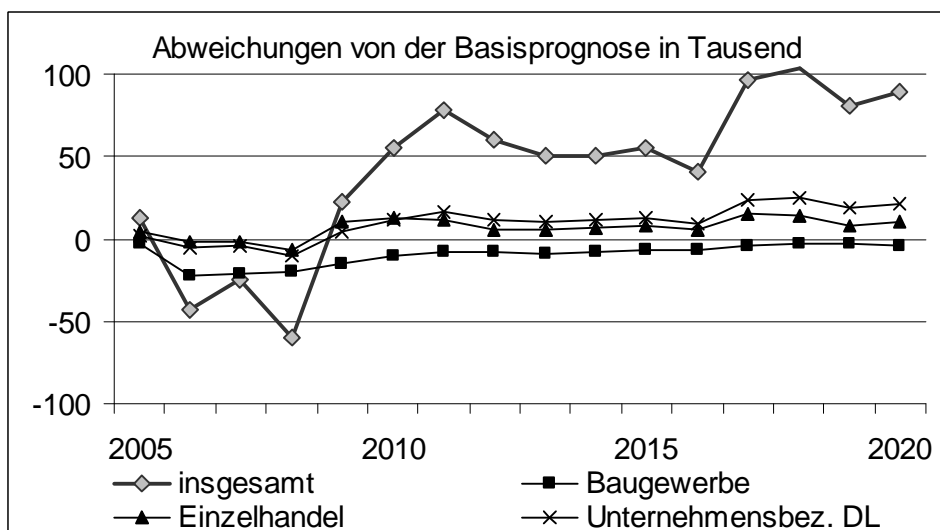
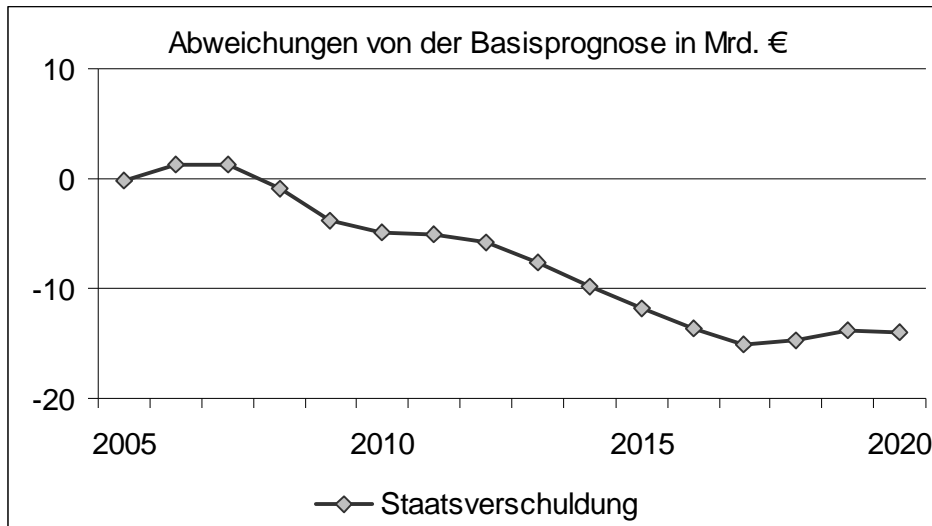


Abbildung 48: Wirkungen eines Wegfalls der Eigenheimzulage bei Mittelverwendung Sozialversicherung auf die Staatsverschuldung



Die Wirkungen auf Flächennutzung und CO₂-Emissionen fallen weniger positiv aus als in der Variante oben. Aufgrund der wachsenden Produktion liegen die CO₂-Emissionen gegenüber der Basisprognose sogar fast unverändert. Ein niedrigerer Heizenergieverbrauch der Privaten Haushalte wird durch höhere Produktion und höheren Konsum (z. B. Verkehr) etwa ausgeglichen.

5.4 SIMULATION 4: WEGFALL DER PENDLERPAUSCHALE

Für Fahrten zwischen der Wohnung und dem Arbeitsplatz mit dem eigenen Pkw kann ein abhängig Beschäftigter zur Zeit einen Pauschalsatz von 0,30 € je Entfernungskilometer bei der Ermittlung seines zu versteuernden Einkommens geltend machen. Dies ergibt für das Jahr 2004 ein Volumen von ca. 4,3 Mrd. € wobei in der Literatur keine Einigkeit über die genaue Höhe der Entfernungspauschale besteht. Im Szenario wird unterstellt, dass die Pauschale von 0,30 € im Jahre 2004 linear bis auf 0 im Jahre 2015 reduziert wird. Der Staat behält die eingesparten Mittel ein und senkt damit seine Schulden.

Untersuchungen des DIW (Kloas/Kuhfeld 2003) kommen zum Ergebnis, dass Bezieher hoher Einkommen von der Pendlerpauschale besonders profitieren. Geringverdiener haben dagegen selbst bei Entfernungen von teils über 20 km zwischen Wohnort und Arbeitsplatz keinen Steuervorteil von der Pauschale. Auch Bach (2003) sieht eine Kürzung der Entfernungspauschale als gerechtfertigt an. Bei der Wahl des Wohnortes sind nach seiner Ansicht die privaten Motive entscheidend.

Kürzung bzw. Wegfall der Pendlerpauschale haben vielfältige Wirkungen, die je nach Einkommen und Region stark streuen können und in einem gesamtwirtschaftlichen Modell nur begrenzt abbildbar sind. Entscheidend für die Modellierung ist die Frage, wie der Wegfall der Pendlerpauschale von den Pendlern wahrgenommen wird und welche Verhaltensänderungen zu erwarten sind. Grundsätzlich kann als Reaktion der Wohnort hin zum Arbeitsplatz verlagert oder ein Arbeitsplatz in

Wohnortnähe gesucht werden. Damit werden die berufsbedingten Fahrten reduziert. In vielen strukturschwachen Pendlerregionen wird dies aber nicht möglich sein. Für diese Gruppe der Pendler wirkt der Wegfall der steuerlichen Förderung der Fahrten zum Arbeitsplatz wie ein Preiserhöhung pro gefahrenem Kilometer.

In den folgenden unter 5.4.1 und 5.4.2 dargestellten Simulationsrechnungen wird unterstellt, dass die Entfernungspauschale von den Privaten Haushalten als eine Subventionierung der variablen Kosten ihrer Mobilität empfunden wird. Im Modell wird deshalb zur Erklärung der von den Haushalten mit dem Pkw sowie der mit der Bahn und den öffentlichen Verkehrsträgern gefahrenen Personenkilometer u. a. – neben dem realen verfügbaren Einkommen – der um den Anteil der Entfernungspauschale an den Ausgaben für Kraftstoffe und den übrigen Verkehrsdienstleistungen reduzierte Kraftstoffpreis in Relation zum Konsumgüterpreisindex verwendet. Im Abschnitt 5.4.3 werden die Auswirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale für den Fall diskutiert, dass sie von den Haushalten als allgemeiner Einkommenstransfer angesehen wird.

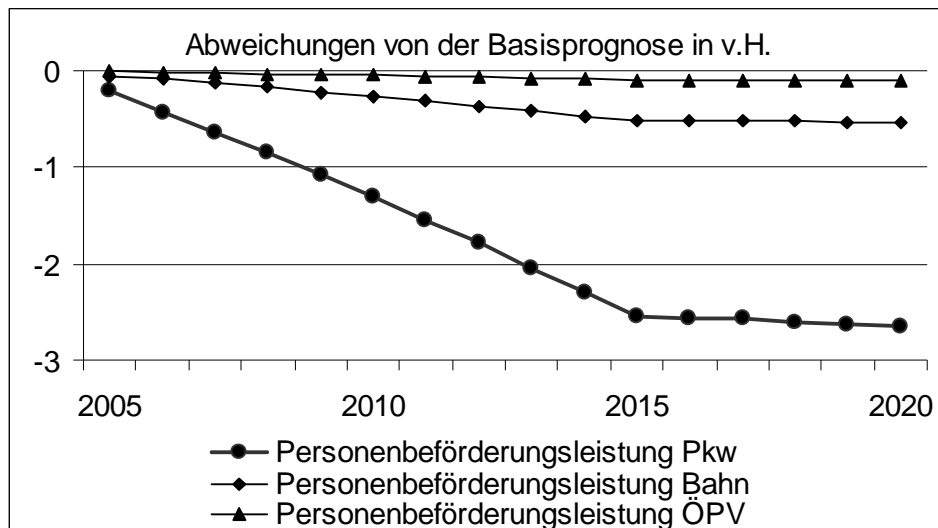
Für die Verwendung der eingesparten Subventionen werden die folgenden Annahmen getroffen: Unter 5.4.1 wird unterstellt, dass die Mittel zur Schuldentilgung eingesetzt werden. In der Simulationsrechnung in Abschnitt 5.4.2 werden die eingesparten Mittel zur Senkung des Einkommensteuertarifs verwendet.

5.4.1 Mittelverwendung Staatshaushalt

Die Elastizität der gefahrenen Kilometer auf diesen um die Subventionierung bereinigten relativen Kraftstoffpreis beträgt 0,31. Umgerechnet auf die gesamten Kraftstoffausgaben der Privaten Haushalte ergibt sich durch die Entfernungspauschale im Jahr 2005 eine Subventionierung der Ausgaben für Verkehrszwecke von ca. 7,4%. Da etwa 80% der Entfernungspauschale für Autofahrten gewährt wird, liegt der – gefühlte – Preisaufschlag pro Liter Treibstoff bei etwa 5,9%. Bei der ökonometrisch gemessenen Elastizität der gefahrenen Personenkilometer von 0,31 in Bezug auf den relativen Kraftstoffpreis ergibt sich ein Rückgang der gefahrenen Kilometer von gut 1,8%. Wegen des sinkenden Durchschnittsverbrauchs verstärkt sich dieser Effekt bis zum Jahr 2020 noch etwas. Hinzu kommt noch der Einkommenseffekt: Das verfügbare Einkommen der Privaten Haushalte wird gegenüber der Basisprognose bis zum Jahr 2020 – wie noch näher zu erläutern sein wird – um ca. 0,6% geringer sein. Dies führt zu einer Minderung der gefahrenen Kilometer von ca. 0,3%. Abbildung 49 zeigt somit eine plausible allmähliche Reduktion der von den Haushalten gefahrenen Kilometer bis zu etwa 2,6% am Ende des Simulationszeitraumes.

Für die Bahn und vor allem für den öffentlichen Personenverkehr spielt die Entfernungspauschale eine deutlich geringere Rolle als für den Individualverkehr. Entsprechend gering fallen die Wirkungen aus.

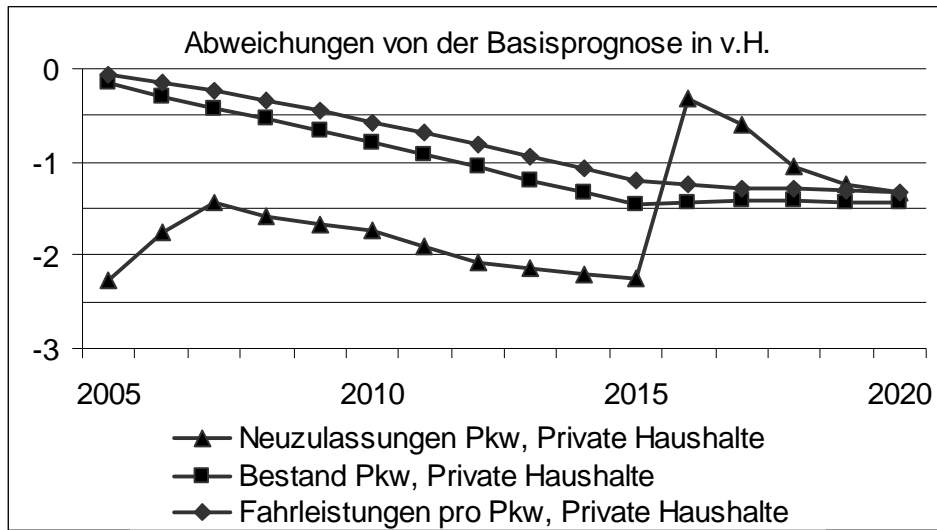
Abbildung 49: Wirkung des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Personenbeförderungsleistung der Pkw



Die als höher wahrgenommenen Treibstoffkosten veranlassen die Haushalte auch die Fahrleistungen pro Fahrzeug zu verringern, die im Jahr 2020 um ca. 1,3% niedriger sind als in der Basisprognose. Dies wird sich bei einigen darin niederschlagen, dass sie den Kauf eines verbraucharmeren (Zweit-) Autos vorziehen. Bei anderen wird ein älteres Auto weniger gefahren.

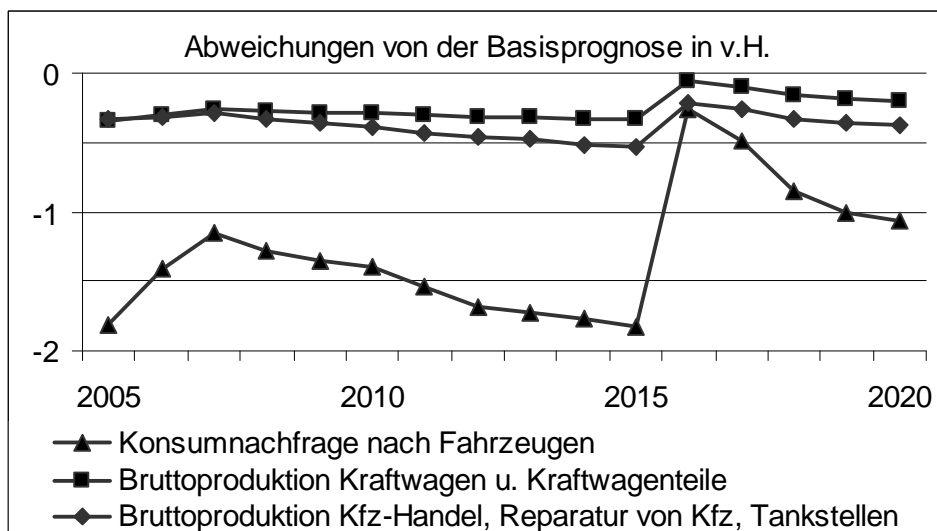
Auf die Neuzulassungen wirken demnach zwei gegenläufige Effekte ein: Die höheren Treibstoffpreise senken die Fahrleistungen gegenüber der Basisprognose im Jahr 2020 um 2,6% und reduzieren damit den Ersatzbedarf. Gleichzeitig sinkt die durchschnittliche Fahrleistung pro Pkw um 1,3%, was für sich genommen den Ersatzbedarf erhöht. Im Ergebnis liegt der erforderliche Fahrzeugbestand im Jahr 2020 um etwa 1,4% niedriger als in der Basisprognose. Abbildung 50 zeigt, dass die Neuzulassungen der Pkw der Privaten Haushalte sich – überlagert von einer gewissen Dynamik – auch im Durchschnitt um etwa 2% über den gesamten Zeitraum reduzieren, wodurch schließlich die Bestandsanpassung erreicht wird.

Abbildung 50: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Fahrleistungen pro Pkw und Jahr sowie die Neuzulassungen und Bestände der Pkw der Privaten Haushalte



In demselben Verhältnis reduziert sich die Konsumnachfrage nach Fahrzeugen, was im Fahrzeugbau – und abgeschwächt im Fahrzeughandel – zu entsprechenden Änderungen der Konsumnachfrage führt. Für den Fahrzeugbau mindert dies die Bruttoproduktion aber dauerhaft im Durchschnitt nur um 0,3% gegenüber der Basisprognose, weil natürlich die Exporte und die Lkw-Nachfrage von dem Wegfall der Entfernungspauschale unberührt bleiben (vgl. Abbildung 51).

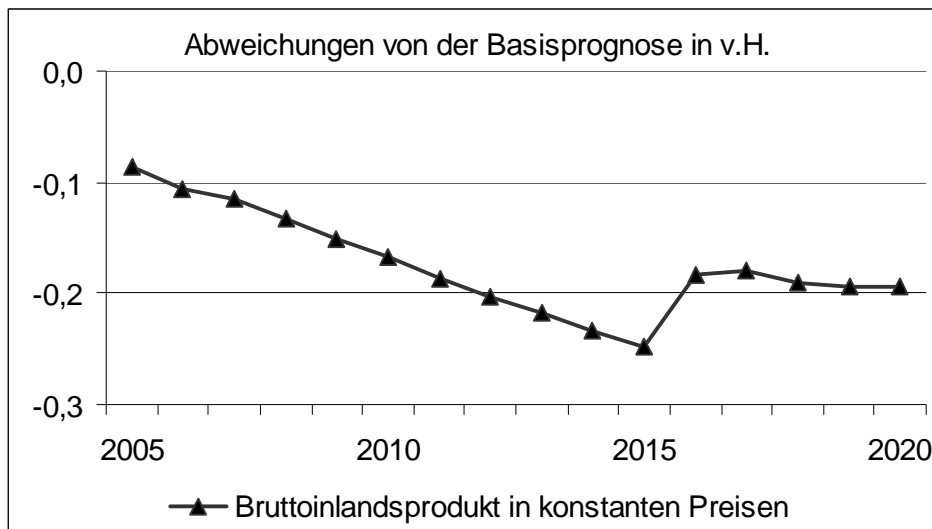
Abbildung 51: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Konsumnachfrage nach Fahrzeugen und die Bruttoproduktion im Fahrzeugbau und im Fahrzeughandel



Für den Wirtschaftskreislauf ergeben sich zwei Anstöße: Zum einen die Minderung der Pkw-Nachfrage um durchschnittlich knapp 2 Mrd. € und die Minderung des verfügbaren Einkommens durch den Wegfall der Pendlerpauschale um 4,3 Mrd. €. Durch die hiervon ausgelösten indirekten Effekte auf den Konsum ergeben sich schließlich Minderungen des verfügbaren Einkommens um 12 Mrd. € und ein Rückgang des realen Bruttoinlandsprodukts bis zum Jahr 2020 um etwa 0,2% (vgl.

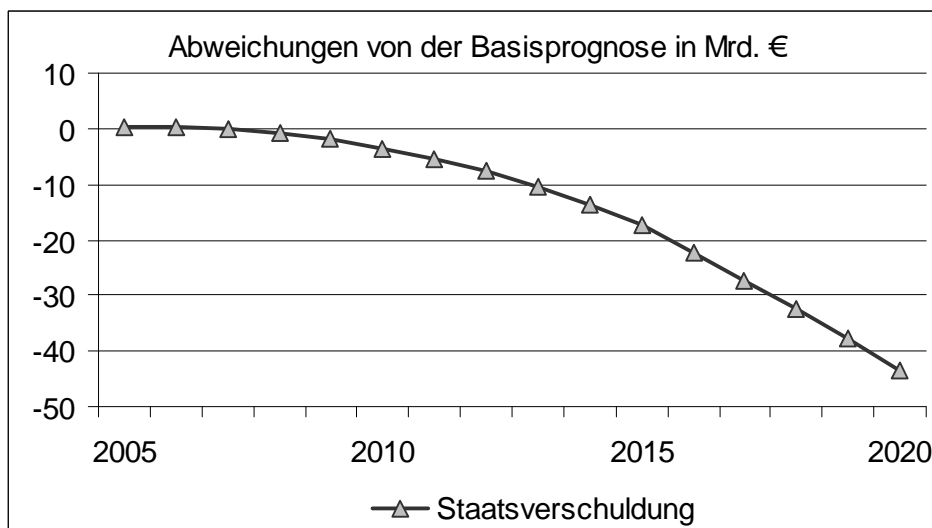
Abbildung 52). Der leichte Rückgang des BIP, der mit einem Beschäftigungsrückgang von etwa 0,1% verbunden ist, streut breit über sehr viele Produktionsbereiche. Auch im Fahrzeugbau fällt der Effekt nur in den ersten Jahren ein wenig stärker aus als im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt.

Abbildung 52: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf das Bruttoinlandsprodukt



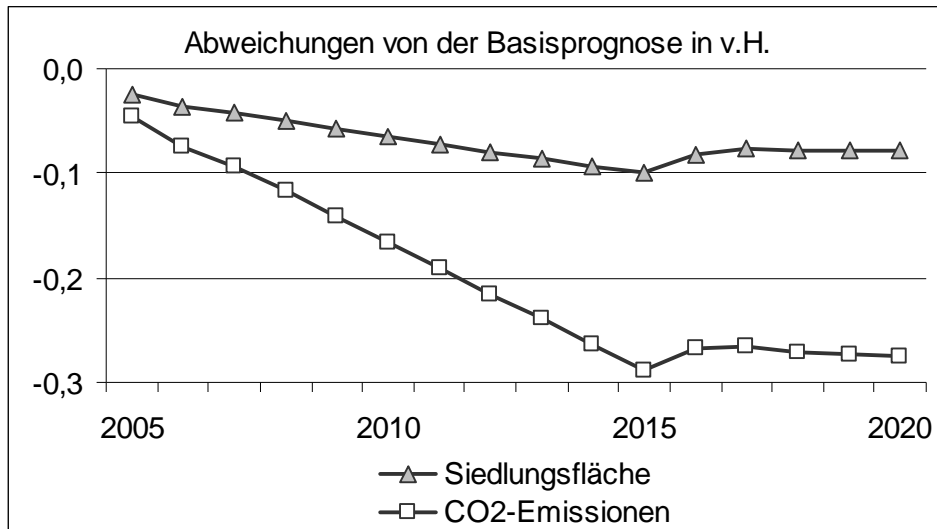
Trotz der leicht dämpfenden Wirkung auf Kreislauf und Steueraufkommen verbessert sich der Finanzierungssaldo des Staates durch den Wegfall der Pendlerpauschale per Saldo jährlich ansteigend um bis zu 6 Mrd. € im Jahr 2020, was bis zum Jahr 2020 zu einer Reduktion der Staatsschuld um über 43 Mrd. € führt (vgl. Abbildung 53).

Abbildung 53: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Staatsverschuldung



Der Wegfall der Pendlerpauschale trägt auch zur ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit bei: Die Siedlungsfläche ist bis zum Jahre 2020 gegenüber der Basisprognose um bis zu 0,1% geringer, und die CO₂-Emissionen liegen um knapp 0,3% unter dem Wert der Basisprognose (vgl. Abbildung 54).

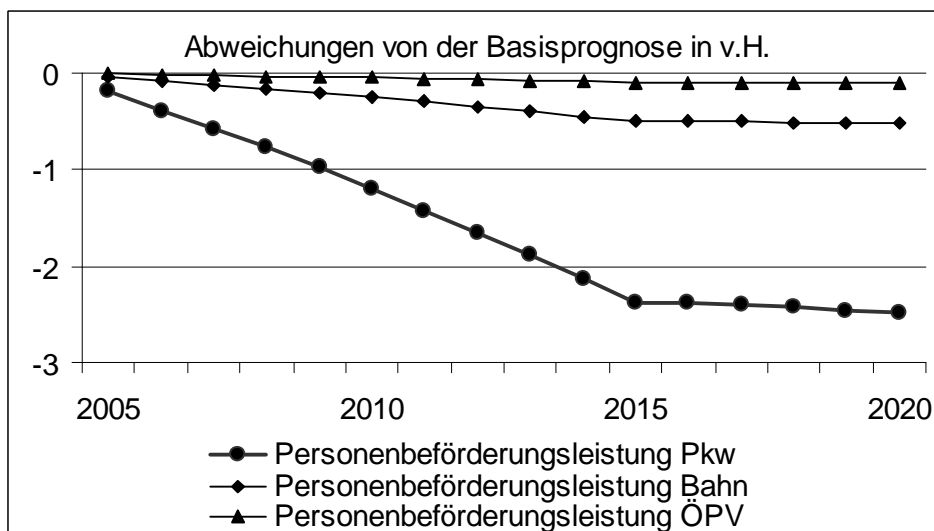
Abbildung 54: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale auf die Siedlungsfläche und die CO₂-Emissionen



5.4.2 Mittelverwendung Einkommensteuer

Bei einer Sensitivitätsrechnung, in der mit dem Aufkommen der Pendlerpauschale die Einkommensteuer reduziert wird, bleiben die Effekte auf Fahrleistungen und Emissionen im Vergleich zur oberen Variante weitestgehend erhalten wie die folgenden Abbildungen zeigen.

Abbildung 55: Wirkung des Wegfalls der Pendlerpauschale bei Mittelverwendung Einkommensteuer auf die Personenbeförderungsleistung der Pkw



Die ökonomischen Effekte gegenüber der Basisprognose sind in dieser Variante gering und selbstverständlich kann dann auch die Staatsverschuldung nicht wie oben entsprechend reduziert werden. Wie schon in den Simulationen zur Kfz-Steuer führen die zurückgehenden Fahrleistungen zu geringeren Neuzulassungen von Pkw. Der etwas geringere Konsum der Privaten Haushalte – entsprechend eine etwas höhere Sparquote – erklären die leicht negativen Effekte. Würde alternativ unterstellt (vgl. Simulation 1

Variante b), dass die Privaten Haushalte ihre Sparquote unverändert halten, würde auch die Abweichungen bei BIP und Staatsverschuldung gegenüber der Basisprognose verschwinden.

Abbildung 56: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale bei Mittelverwendung Einkommensteuer auf die Siedlungsfläche und die CO₂-Emissionen

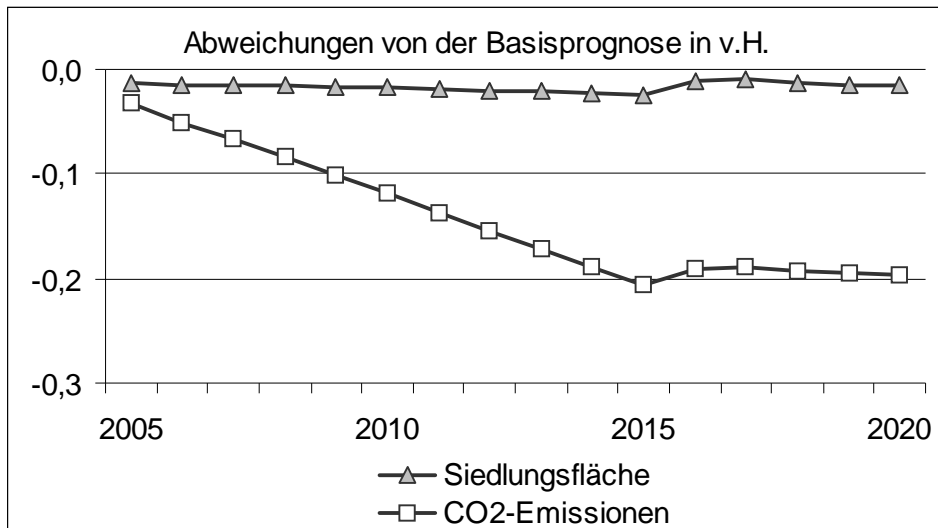
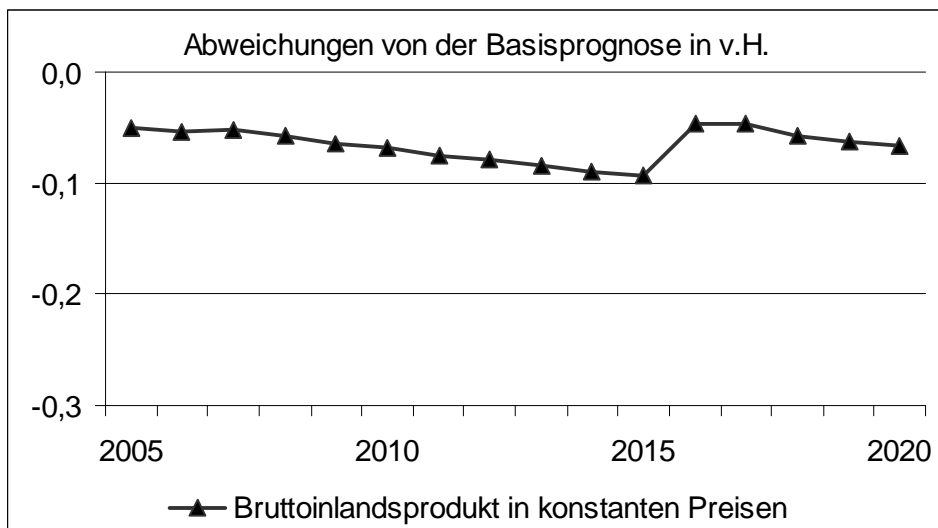


Abbildung 57: Wirkungen des Wegfalls der Pendlerpauschale bei Mittelverwendung Einkommensteuer auf das Bruttoinlandsprodukt



5.4.3 Modellierung der Pendlerpauschale als Einkommensteuerbestandteil

Würde man alternativ von der Verhaltensannahme ausgehen, dass die Pendlerpauschale als Einkommensbestandteil wahrgenommen wird – was für einen Teil der Pendler gelten mag –, würde der Wegfall der Pendlerpauschale dann zu keinerlei Effekt im Modell führen, wenn das zusätzliche Steueraufkommen vollständig im Zuge einer Senkung der Einkommensteuersätze an die Privaten Haushalte zurückgegeben würde.

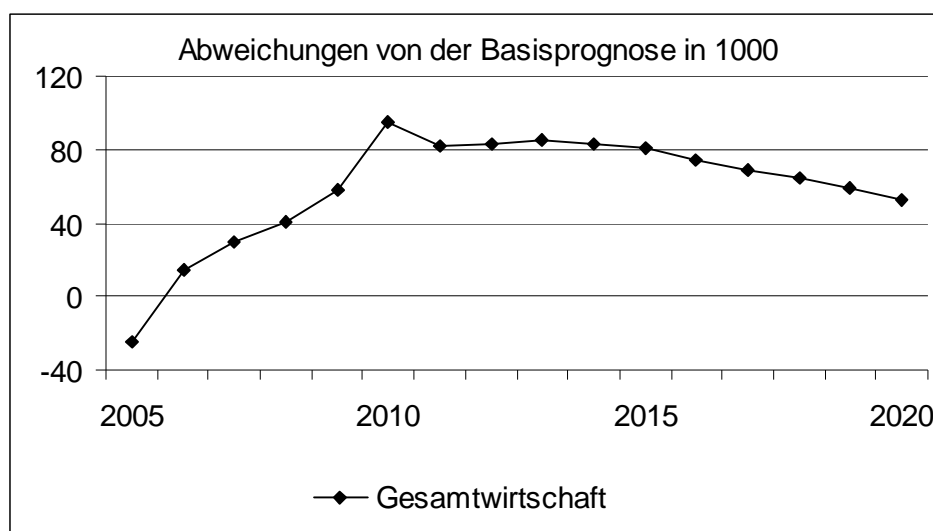
Die zu erwartende räumliche Umverteilung von Steuerpflichtigen, die derzeit weit pendeln zu Steuerpflichtigen, die von den niedrigeren Einkommensteuersätzen profitieren werden, sind im gesamtwirtschaftlichen Modell PANTA RHEI nicht zu erfassen. In der Realität dürften beide Varianten der Wahrnehmung – Pendlerpauschale als Subventionierung der Mobilität und als Einkommensbestandteil – auftreten, so dass die oben ausgewiesenen Effekte auf Ökonomie und Umwelt als Obergrenze möglicher Auswirkungen zu interpretieren sind.

5.5 SIMULATION 5: FORTFÜHRUNG DER ÖKOSTEUER AUF BENZIN UND DIESEL

In dem Szenario wird unterstellt, dass die Steuersätze für Benzin und Dieselkraftstoff in 5 weiteren Stufen um jeweils 3,07 Cent angehoben werden. Im Jahr 2009 betragen die Mineralölsteuersätze dann 80,8 Cent/l für Benzin und 62,4 Cent/l Diesel.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte sind trotz einer Zunahme des Aufkommens aus der Mineralölsteuer nach der Endstufe in 2009 um über 8 Mrd. Euro jährlich gering. Der Preisindex der Lebenshaltung nimmt gegenüber der Basisprognose um bis zu 0,5% zu. Der jährliche Preiseffekt einer weiteren Erhöhungsstufe auf die Inflationsrate liegt demnach etwa bei 0,1 Punkten. Das BIP reagiert kaum. Die Beschäftigung steigt insgesamt um rund 80 Tausend an. Der Rückgang der Beschäftigung im Jahr 2005 hat mit verzögerten Anpassungen auf dem Arbeitsmarkt im Modell zu tun. Der Beschäftigungseffekt streut breit über die ganze Volkswirtschaft. In absoluten Zahlen gewinnen die Dienstleistungsbereiche am meisten Stellen, aber selbst im Fahrzeugbau kommt ein leicht positiver Beschäftigungseffekt zustande.

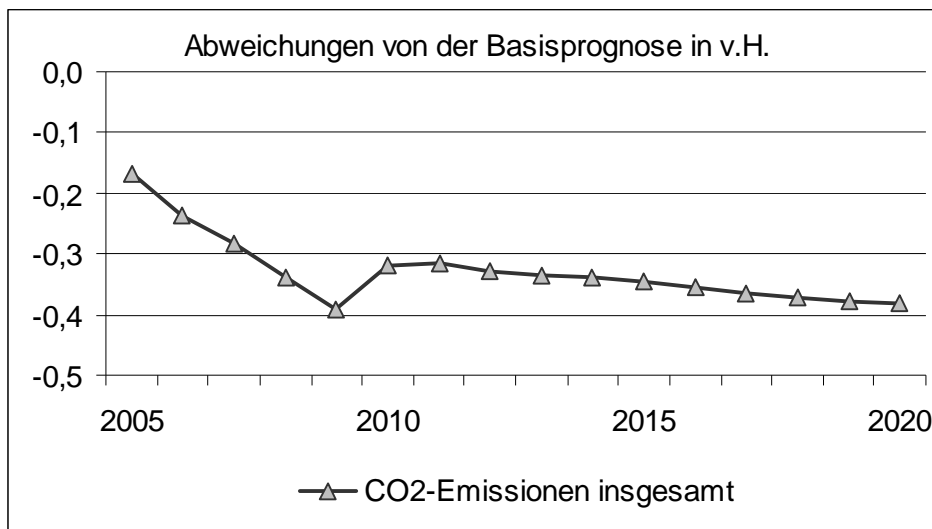
Abbildung 58: Wirkungen der Fortführung der Ökosteuer auf Benzin und Diesel auf die Beschäftigung



Die Personenverkehrsleistungen mit dem Pkw gehen um über 4% gegenüber der Basisprognose zurück. Dagegen steigen die Personenverkehrsleistungen der Eisenbahn um rund 7% an. Auch der Güterverkehr reagiert, wenn auch schwächer. Die Güterverkehrsleistungen der Lkw liegen um rund 1,4% niedriger als in der Basisprognose. Die Effekte auf die CO₂-Emissionen liegen bei einem Rückgang von etwa 0,3 bis 0,4%

im Vergleich zur Basisprognose und sind auch deshalb nicht höher, weil der Durchschnittsverbrauch der Neuzulassungen annahmegemäß nicht von den höheren Steuersätzen beeinflusst wird.

Abbildung 59: Wirkungen der Fortführung der Ökosteuer auf Benzin und Diesel auf das Bruttoinlandsprodukt

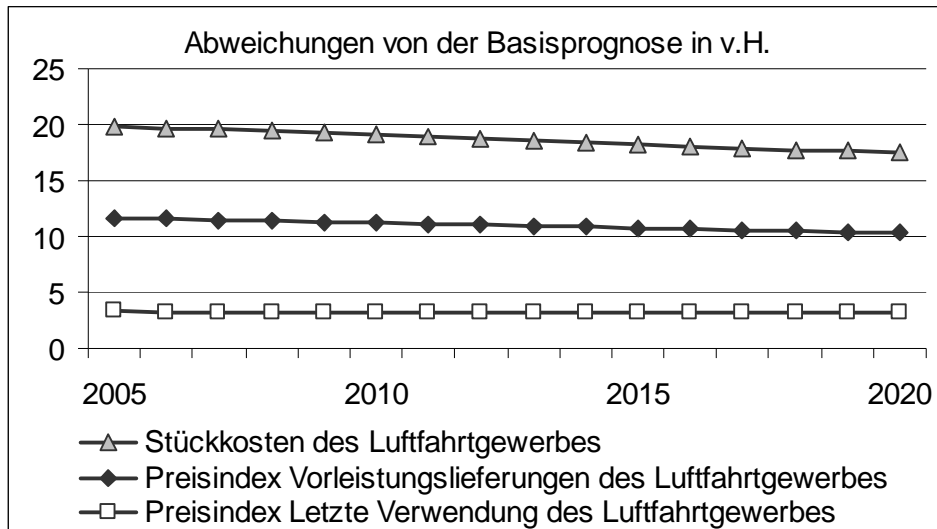


5.6 SIMULATION 6: EINFÜHRUNG EINER KEROSINSTEUER

In dem Szenario wird unterstellt, dass im Jahr 2005 eine Kerosinsteuer von 0,302 € pro Liter europaweit eingeführt wird. Das Steueraufkommen wird – wie bei der Ökosteuer – zur Senkung der Beiträge zur Rentenversicherung verwendet.

Im Jahre 2005 steigt der Kerosinpreis, den die Unternehmen zu zahlen haben, durch die Besteuerung um 200%. Dies führt zu einer Erhöhung der Stückkosten der Luftfahrtunternehmen um 20%. Dieser dramatische Anstieg kann aber nur teilweise überwältigt werden, sodass die Preise der Luftfahrtunternehmen im Güterverkehr um ca. 11% und im Personenverkehr nur um 3,3% erhöht werden können (vgl. Abbildung 60). Die Konsequenz sind Gewinneinbußen der Luftfahrtindustrie von anfangs 25% oder 1,6 Mrd. € die sich bis zum Jahr 2020 auf 18% gegenüber der Basisprognose reduzieren, aber wegen der insgesamt dynamischen Entwicklung absolut auf 2 Mrd. € ansteigen.

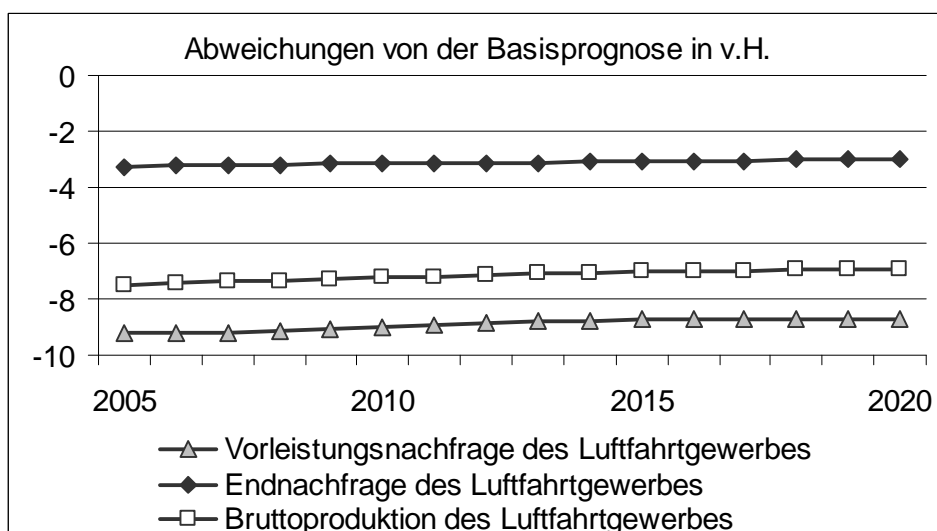
Abbildung 60: Wirkung der Einführung einer Kerosinsteuer von 0,302 €pro Liter auf die Stückkosten und die Preise des Luftfahrtgewerbes



Die Vorleistungsnachfrage im Luftfahrtgewerbe reduziert sich um 9%, die Endnachfrage um 3%. Für die Bruttoproduktion bedeutet dies einen Rückgang um etwa 7% (vgl. Abbildung 61).

Die Kerosinsteuerzahlungen des Luftfahrtgewerbes steigen von gut 2 Mrd. Euro im Jahr 2005 auf etwa 2,8 Mrd. im Jahr 2020 an, weil der Flugverkehr auch in diesem Szenario weiter zunimmt. Durch die Verwendung der Einnahmen zur Senkung der Lohnnebenkosten liegen die Lohnstückkosten um ca. 0,14% niedriger als in der Basisprognose. Die Beschäftigung steigt im Vergleich insgesamt um 0,16% bzw. ca. 60.000 Personen, wobei der größte Teil der Zunahme auf den Dienstleistungssektor entfällt. Die Wirkung auf das Bruttoinlandsprodukt ist sehr gering.

Abbildung 61: Wirkung der Einführung einer Kerosinsteuer von 0,320 €pro Liter auf die Vorleistungsnachfrage, die Endnachfrage und die Bruttoproduktion des Produktionsbereiches Luftfahrtgewerbe in konstanten Preisen



Der Verbrauch von Flugbenzin, das in Deutschland getankt wird, reduziert sich in der Größenordnung der Reduktion der Produktion des Luftfahrtgewerbes, also um etwa

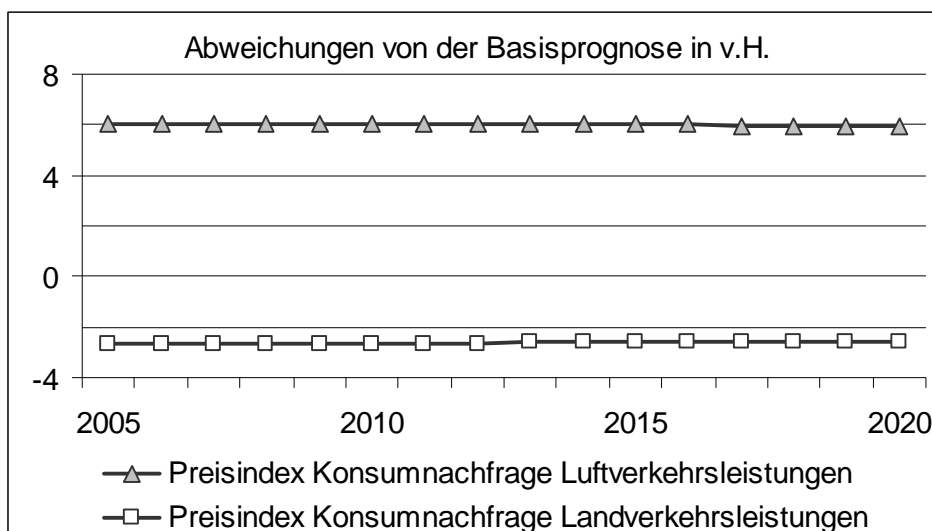
7%. Die CO₂-Emissionen insgesamt vermindern sich dadurch gegenüber der Basisprognose um 0,15 bis 0,2%. Die Verkehrsintensität im Personen- und im Güterverkehr sinkt um jeweils etwa 0,5% gegenüber der Basisprognose.

5.7 SIMULATION 7: ÄNDERUNGEN DER MEHRWERTSTEUERSÄTZE BEI BAHN UND FLUGVERKEHR

In dem Szenario wird unterstellt, dass der Mehrwertsteuersatz bei der Bahn im Fernverkehr von 16% auf 7% gesenkt wird, während er beim Flugverkehr für den inländischen Streckenanteil von Auslandsflügen von 7% auf 16% angehoben wird. Im Weiteren werden die Effekte beider Änderungen der Mehrwertsteuer gemeinsam dargestellt. Eine zusätzliche Sensitivitätsrechnung, in der nur die Mehrwertsteuer bei der Bahn gesenkt wurde, hat gezeigt, dass sich die beiden Maßnahmen weitestgehend additiv auswirken. Die direkten Substitutionsbeziehungen zwischen internationalem Flugverkehr und nationalem Fernverkehr der Bahn, die in PANTA RHEI untersucht worden sind, sind gering. Die Effekte auf den Flugverkehr gehen demnach fast vollständig auf die Änderung der Mehrwertsteuer im Flugverkehr zurück, die Effekte bei der Bahn erklären sich fast ausschließlich durch die Senkung der Mehrwertsteuer bei der Bahn.

Abbildung 62 zeigt die Wirkungen auf die Preise für den Privaten Konsum in den Branchen Luftverkehr und Landverkehr. Der Konsumpreisindex für den Luftverkehr steigt um ca. 6%, die Preissenkung beim Landverkehr ist mit 2,7% deutlich niedriger, weil die Bahn nur einen Teil der Produktion des Landverkehrs erstellt.

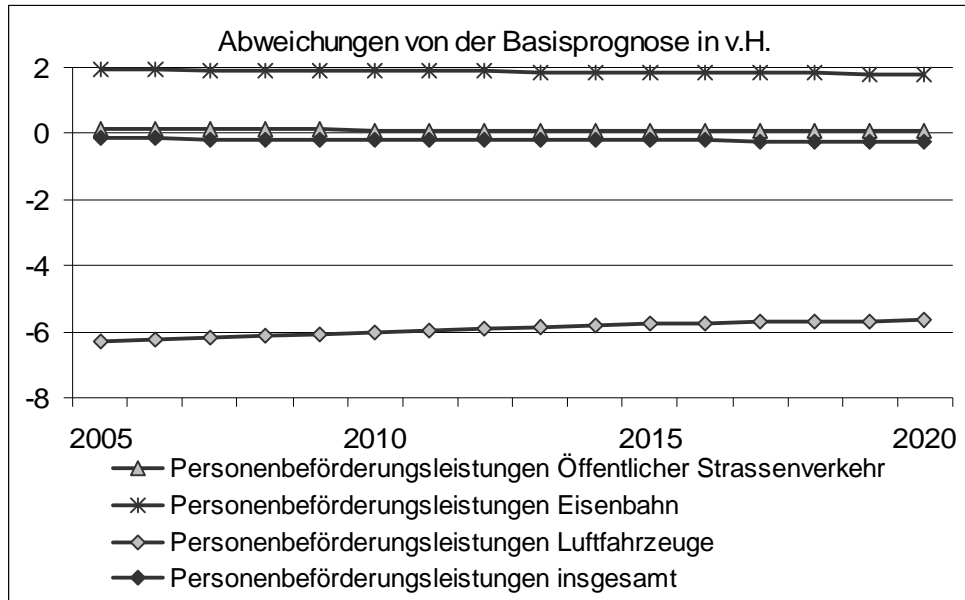
Abbildung 62: Wirkung einer Anhebung der Mehrwertsteuer im Flugverkehr auf 16% und einer Senkung bei der Bahn auf 7% auf die Konsumentenpreise im Luftverkehr und bei der Bahn



Die Verkehrsleistungen reagieren auf dieses Preissignal mit einer Zunahme der Nachfrage nach Verkehrsleistungen der Bahn um rund 2%. Davon profitiert auch der öffentliche Verkehr leicht. Wegen der höheren Flugkosten sinken dagegen die Personenkilometer im Flugverkehr um rund 6%. Offensichtlich ist die Preiselastizität im

Flugverkehr deutlich höher als bei den anderen Verkehrsträgern. Wegen der höheren Preiselastizität des belasteten Verkehrsträgers, dem Flugverkehr, geht der gesamte Personenverkehr leicht um 0,2% zurück (Abbildung 63).

Abbildung 63: Wirkung einer Anhebung der Mehrwertsteuer im Flugverkehr auf 16% und einer Senkung bei der Bahn auf 7% auf die gefahrenen Personenkilometer



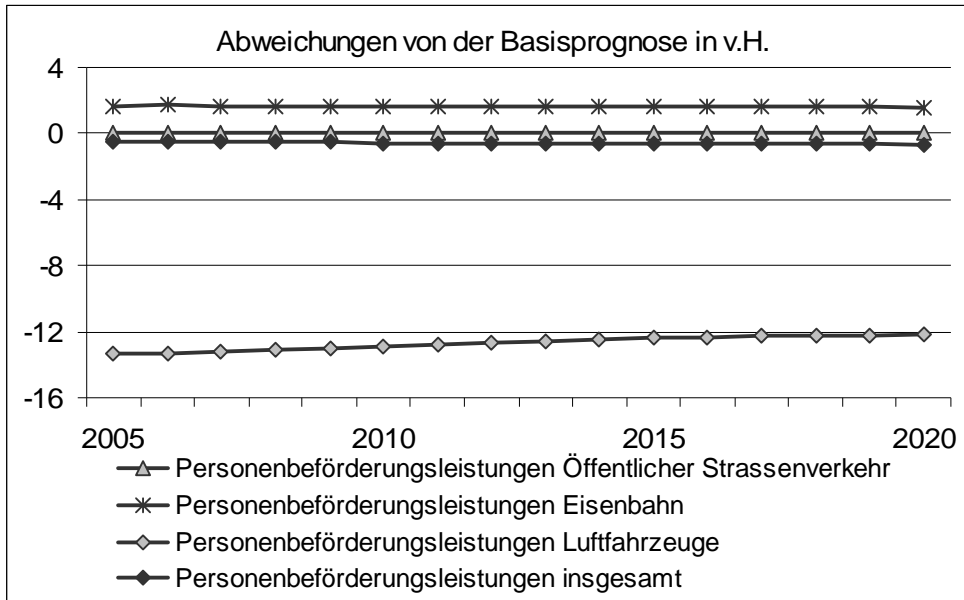
Für das Luftfahrtgewerbe ergibt sich ein dauerhaft um ca. 6% niedrigerer Bruttoproduktionswert, während der Eisenbahnverkehr eine sich im Zeitablauf leicht verringerende Zunahme um ca. 1% seines Bruttoproduktionswertes verzeichnen kann. Für das Bruttoinlandsprodukt führt dies zu keinen nennenswerten Auswirkungen. Da die zusätzlichen Steuereinnahmen aus dem Flugverkehr um 0,5 bis 0,8% Mrd. Euro jährlich höher sind als die geringeren Steuereinnahmen aus dem Bahnverkehr, liegt die Staatsverschuldung im Jahr 2020 durch die Maßnahme um 11 Mrd. Euro unter dem Wert der Basisprognose.

Die Substitution des Individualverkehrs durch die Bahn und die Reduktion des Luftverkehrs führen zu einer dauerhaften Verminderung der CO₂-Emissionen insgesamt um etwa 0,12% oder bis zu 1,3 Mio. t pro Jahr. Gleichzeitig steigt die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität in dieser Größenordnung an. Der Flächenverbrauch bleibt unverändert.

5.8 SIMULATION 8: KOMBINATION DER SIMULATIONEN 6 UND 7

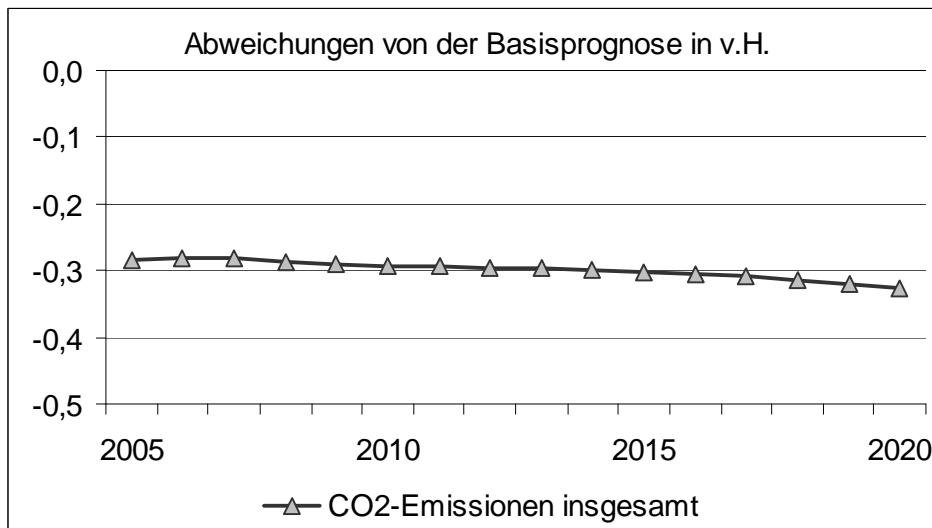
Die Effekte einer Kombination der beiden oben dargestellten Simulationen, Einführung einer europaweiten Kerosinsteuer mit Mittelverwendung Sozialversicherung und eine Erhöhung der Mehrwertsteuer auf den inländischen Streckenteil bei Auslandsflügen im Flugverkehr und Senkung der Mehrwertsteuer im Fernverkehr der Bahn auf 7%, addieren sich im Wesentlichen.

Abbildung 64: Wirkung einer Kombination der Simulationen 6 und 7 auf die gefahrenen Personenkilometer



Der Verbrauch von Flugturbinenkraftstoff geht nicht ganz so deutlich zurück wie die Personenbeförderungsleistungen im Flugverkehr. Er liegt zusammen mit den zugehörigen Emissionen aber immerhin um über 8% niedriger als in der Basisprognose. Die CO₂-Emissionen insgesamt gehen um rund 0,3% gegenüber der Basisprognose zurück.

Abbildung 65: Wirkung einer Kombination der Simulationen 6 und 7 auf die CO₂-Emissionen



Die Beschäftigung nimmt um rund 54 000 Personen zu. Auch hier ist eine Addition der Ergebnisse zu beobachten: Die Umstellung der Mehrwertsteuersätze reduziert die Beschäftigung um ca. 6 000 Personen, während die Einführung der Kerosinsteuer und die Verwendung des Aufkommens zur Reduktion der Rentenversicherungsbeiträge die Beschäftigung um 60 000 Personen erhöht.

5.9 ANPASSUNG DER LKW-MAUT

5.9.1 Simulation 9a: Verdopplung der Lkw-Maut

In diesem Szenario wird unterstellt, dass ab 2005 die Maut, die sich an den auf Lkw entfallenden Wegekosten des Fernstraßennetzes orientiert, für alle Lkw über 12 t bis zum Jahre 2010 auf einem linearen Pfad bis zu einem Wert von 0,25 €/pro Kilometer verdoppelt wird. Bis zum Jahr 2020 bleibt der Mautsatz dann unverändert. Aus dem Mautaufkommen wird das Schienengüterverkehrsangebot soweit verbessert, dass die Preise der Bahn für den Güterverkehr um bis zu 10% im Jahr 2020 gegenüber der Basisprognose gesenkt werden können. Im Modell wird das Mautaufkommen als zusätzlicher Staatsverbrauchs abgebildet.

Durch die Erhöhung der Maut steigen der Produktionspreise der Speditionen und parallel die Transportkosten, die der Wirtschaft für den in Eigenregie durchgeführten Güterstraßenverkehr entstehen, bis zum Jahr 2020 um 24% gegenüber der Basisprognose an, während der Preisindex der Bruttonproduktion der Bahn annahmegemäß um 10% fällt. Der Preisindex der Bruttonproduktion des Landverkehrs, der Bahn und Speditionen umfasst, nimmt bis zum Jahr 2020 um etwa 4,3% zu (vgl. Abbildung 66).

Abbildung 66: Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf die Preise der Bahn, der Speditionen und des Sektors Landverkehr

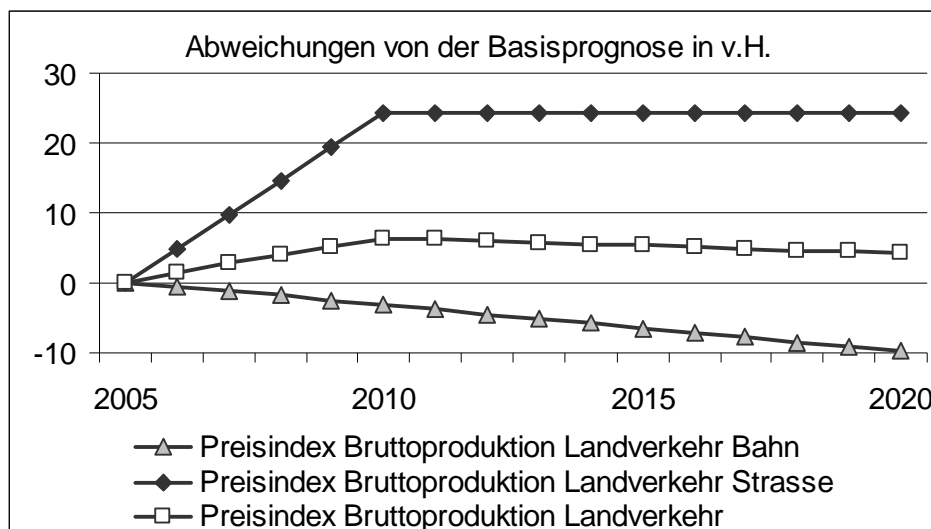
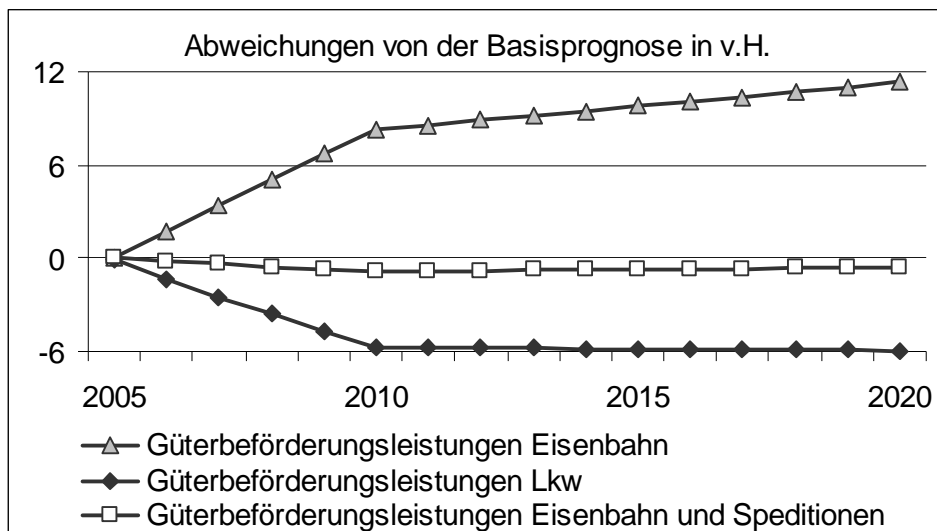


Abbildung 67 zeigt die Wirkungen auf die gefahrenen Tonnenkilometer der Bahn und im Güterstraßenverkehr: Da der Relativpreis der Bahn gegenüber dem Preis des Güterstraßenverkehrs bis zum Jahr 2020 um 37% fällt, ergibt sich auch bei einer nur mäßigen Preiselastizität ein kräftiger Anstieg der Güterverkehrsleistungen der Bahn um gut 11%. Die gefahrenen Tonnenkilometer im Güterstraßenverkehr vermindern sich um 6%. Absolut gemessen bedeutet dies einen Rückgang des Lkw-Verkehrs um 25 und eine Zunahme bei der Bahn um 9,5 Mrd. tkm. Die Maßnahme führt also einerseits zur Substitution von Lkw-Verkehr durch Schienenverkehr, gleichzeitig vermindert sich aber auch das Güterverkehrsaufkommen insgesamt um etwa 2,7%. Das Speditionsgewerbe verliert dabei fast 2% seiner monetären Nachfrage. Der Sektor Landverkehr, der Bahn und Speditionsgewerbe umfasst, muss aber wegen der Expansion der Bahn nur auf gut

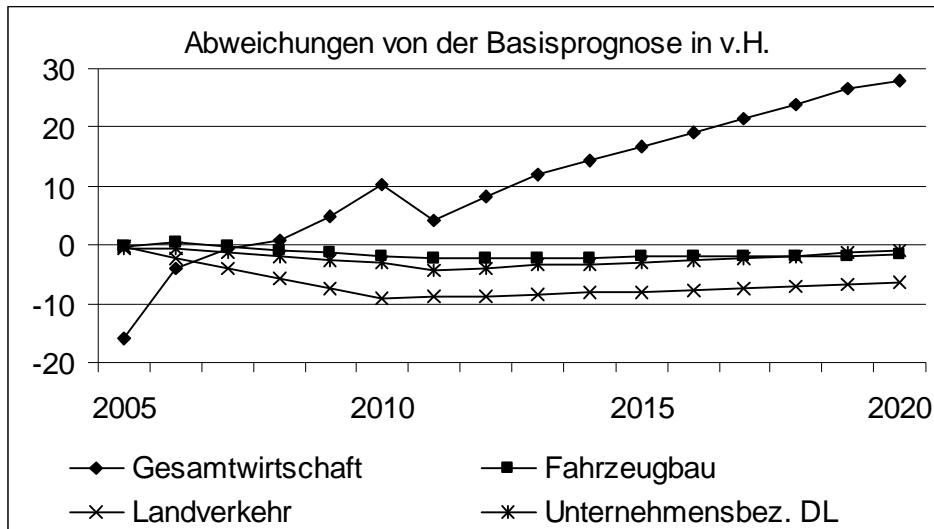
1% seines Bruttoproduktionswertes verzichten. Die Verkehrsintensität im Güterverkehr liegt im Jahr 2020 um 3,4% niedriger als in der Basisprognose. Der Anteil der Bahn an der Güterverkehrsleistung kann bis 2020 gegenüber 2005 nahezu gehalten werden.

Abbildung 67: Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf die gefahrenen Tonnenkilometer der Bahn und im Straßengüterverkehr



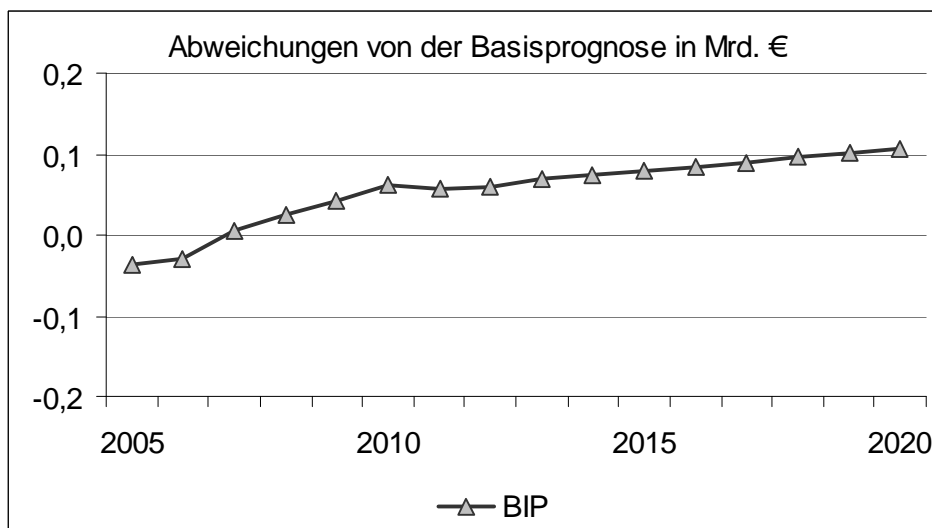
Das jährliche Aufkommen aus der Maut erhöht sich bis zum Jahr 2020 gegenüber der Basisprognose um 3,3 Mrd. € Davon müssen inländische Unternehmen etwa 2 Drittel und ausländische Unternehmen rund 1 Drittel aufbringen. Angesichts eines Bruttoproduktionswertes von fast 62 Mrd. Euro allein der Speditionen im Jahr 2020 sind die rund 2,2 Mrd. Euro, die inländische Unternehmen zusätzlich an Maut bezahlen müssen, ein hoher, aber kein dramatischer Betrag. Es ist auch zu berücksichtigen, dass die Unternehmen einen Teil des Mautaufschlags an die Endverbraucher überwälzen können. Entsprechend fallen die Beschäftigungsverluste bei den Speditionen, im Fahrzeugbau und bei den unternehmensbezogenen Dienstleistungen begrenzt aus. Der gesamtwirtschaftliche Beschäftigungseffekt wird nach einigen Jahren sogar leicht positiv.

Abbildung 68: Wirkungen der Verdopplung der Lkw-Maut auf die Beschäftigung in ausgewählten Branchen und insgesamt



Für die Unternehmen insgesamt bedeutet die Erhöhung der Lkw-Maut Kostensteigerungen, die die gesamtwirtschaftlichen Güterpreise im Durchschnitt um 0,2% anheben. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen auf die Produktion sind wegen der nur schwachen Preiseffekte und der schwachen Wirkungen auf den Landverkehr gering und werden von dem Anstieg des Staatsverbrauchs durch die zusätzlichen Mauteinnahmen kompensiert. Auf Dauer steigt das BIP gegenüber der Basisprognose ganz leicht an, weil zusätzliche Mittel ausländischer Unternehmen im Inland eingesetzt werden können (Abbildung 69).

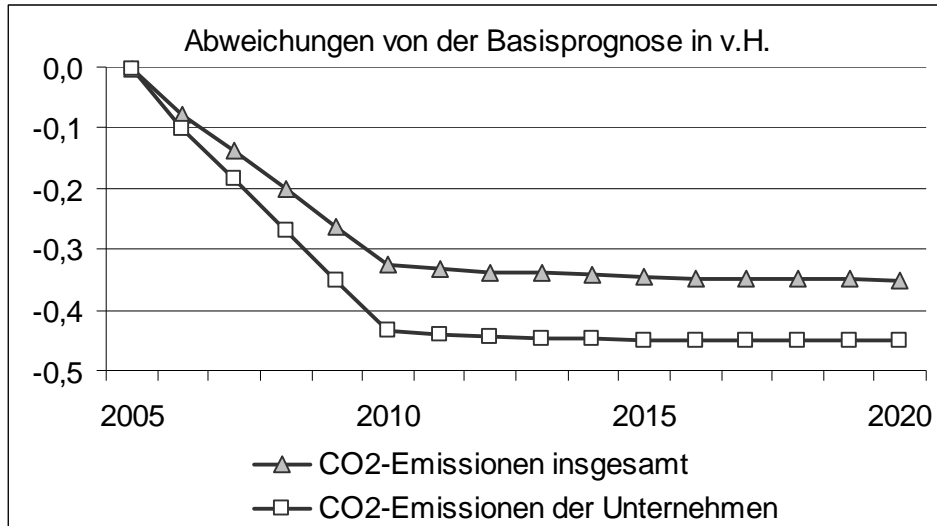
Abbildung 69: Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf das Bruttoinlandsprodukt



Die Energienachfrage der Unternehmen in Energieeinheiten nimmt bis zum Jahre 2020 gegenüber der Basisprognose um 0,4% ab. Da ausschließlich Diesel eingespart wird, ergibt sich bei den CO₂-Emissionen der Unternehmen ein Struktureffekt, der bewirkt, dass die CO₂-Emissionen der Unternehmen sich mit 0,5% etwas stärker

vermindern als ihr Energieverbrauch. Für die CO₂-Emissionen insgesamt ergibt sich eine Verminderung um 0,4% (Abbildung 70).

Abbildung 70: Wirkungen einer Verdoppelung der Lkw-Maut bis zum Jahr 2020 auf die energiebedingten CO₂-Emissionen der Unternehmen und insgesamt



5.9.2 Simulation 9c: Lkw-Maut: Schweizer Szenario

Dieses Szenario geht auf die Ergänzungsrechnung „Schweizer Szenario“ des Instituts für Wirtschaftspolitik und Wirtschaftsforschung an der Uni Karlsruhe (Rothengatter, Doll 2001) für das Umweltbundesamt zurück. Dabei wurde die Rechnung an die in der Schweiz eingeführte leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe angelehnt. Im Folgenden gelten die dort gemachten Einschränkungen: Insbesondere angesichts der Höhe der Gebührensätze ist die Verwendung von aus Parametern der Vergangenheit geschätzten Elastizitäten problematisch.

Das Schweizer Szenario ist in PANTA RHEI in Absprache mit dem IWW folgendermaßen umgesetzt worden:

- Die Gebührensätze pro gefahrenen Kilometer steigen von 12,4 Cent im Jahr 2005 auf 35,3 Cent im Jahr 2010 und 53,7 Cent im Jahr 2015 linear an. In der Schweiz ist von durchschnittlichen Gebührensätzen von umgerechnet 35,3 Cent im Jahr 2003 und 53,7 Cent im Jahr 2010 auszugehen.
- Ab dem Jahr 2010 gilt die Maut auf allen überörtlichen Strassen für alle Lkw.
- Die durchschnittliche Auslastung der Lkw verbessert sich gegenüber der Basisprognose um 3%.
- Der schnellere Ersatz alter Lkw führt zu einem Rückgang der spezifischen NO_x- und NMVOC-Emissionen der Lkw um 25%.
- Gleichzeitig wird eine Senkung der Trassenpreise der Bahn um bis zu 20% bis zum Jahr 2020 unterstellt. Zusätzliche Investitionen in das Schienennetz etc. sind bisher nicht angenommen.

- Das zusätzliche Aufkommen aus der Erhöhung der Maut bei den inländischen Unternehmen fließt in den allgemeinen Haushalt – wird also nicht einer besonderen Verwendung zugeführt –, während die von den Ausländern erhobene Maut, die etwa ein Drittel des Aufkommens ausmacht, den Staatsverbrauch erhöht.

Durch die Erhöhung der Maut steigt der Preis der Speditionen und parallel die Transportkosten, die der Wirtschaft für den in Eigenregie durchgeführten Güterstraßenverkehr entstehen, bis zum Jahr 2020 um nunmehr 120% gegenüber der Basisprognose an, während der Preisindex der Bruttonproduktion der Bahn annahmegemäß um fast 20% bis zum Jahre 2020 fällt. Der Preisindex der Bruttonproduktion des Landverkehrs, der Bahn und Speditionen umfasst, nimmt bis zum Jahr 2020 um ca. 23% zu (vgl. Abbildung 71). Angesichts dieser enormen Preissteigerungen ist zu klären, ob einerseits starke Ausweichreaktionen und andererseits deutlich gesamtwirtschaftliche Effekte zu erwarten sind. Bei einer umfassenden Maut auf allen überörtlichen Strassen kann es aber keine nennenswerten Ausweichreaktionen des Lkw-Verkehrs geben.

Abbildung 71: Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die Preise der Bahn, der Speditionen und des Sektors Landverkehr

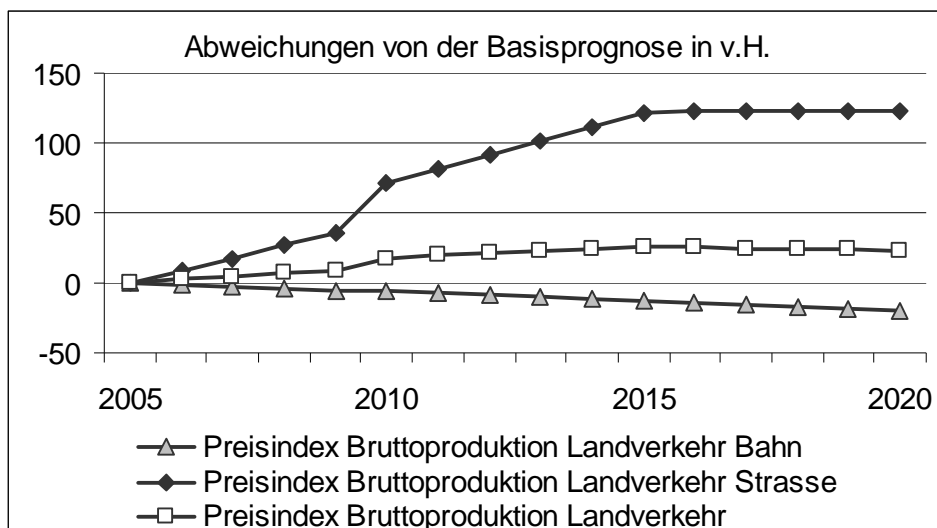
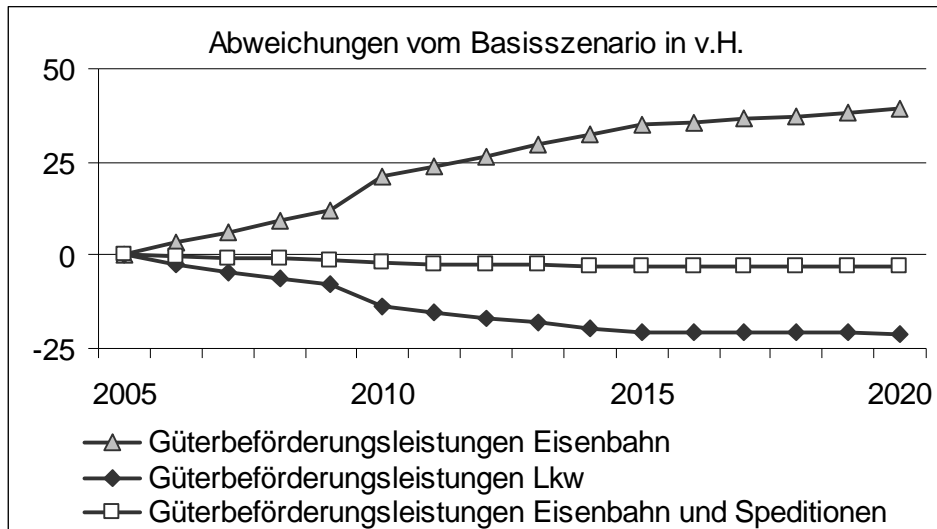


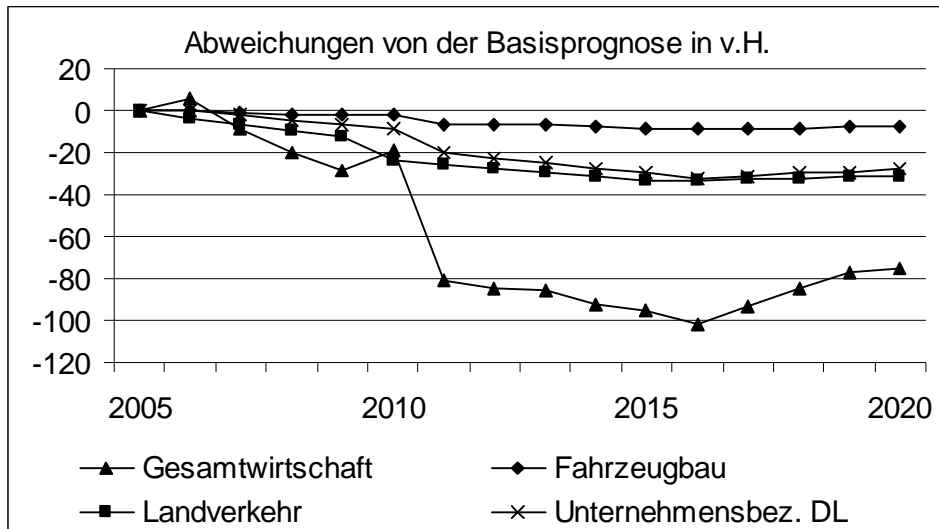
Abbildung 72 zeigt die Wirkungen auf die Tonnenkilometer der Bahn und den Güterstraßenverkehr: Da der Relativpreis der Bahn gegenüber dem Preis des Güterstraßenverkehrs bis zum Jahr 2020 um rund 140% fällt, ergibt sich auch bei einer nur mäßigen Preiselastizität ein kräftiger Anstieg der Güterverkehrsleistungen der Bahn um fast 40%. Der Güterstraßenverkehr vermindert sich um 20%. Absolut gemessen bedeutet dies einen Rückgang des Lkw-Verkehrs um 88 Mrd. tkm und einen Zugang bei der Bahn um 33 Mrd. tkm. Die Maßnahme führt also einerseits zur Substitution von Lkw-Verkehr durch Schienenverkehr, gleichzeitig vermindert sich aber auch das Güterverkehrsaufkommen insgesamt um etwa 55 Mrd. Tonnenkilometer bzw. etwa 9%. Das Speditionsgewerbe verliert ca. 52% seiner Nachfrage in Form von Tonnenkilometern. Der Sektor Landverkehr, der Bahn und Speditionsgewerbe umfasst, muss aber wegen der Expansion der Bahn nur auf gut 5% seines Bruttonproduktionswertes verzichten.

Abbildung 72: Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die gefahrenen Tonnenkilometer der Bahn und im Straßengüterverkehr



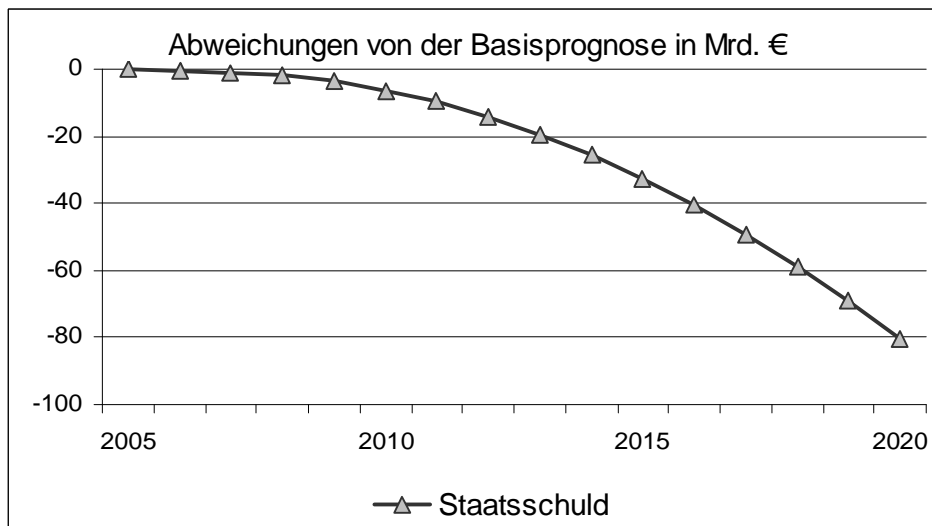
Da die Maßnahmen auch Linie eine Substitution innerhalb des Verkehrssektors bewirken und die monetäre Bruttonproduktion des Sektors Landverkehr nur geringfügig beeinträchtigt wird, bleiben die gesamtwirtschaftlichen Effekte gering. Dies gilt auch im Hinblick auf die Belastung der Wirtschaft mit dem zusätzlichen Aufkommen aus der Maut, das bis zum Jahr 2020 zwar um fast 14 Mrd. € höher liegt als in der Basisprognose, aber weitgehend überwältigt wird: Der Finanzierungssaldo der Produktionsunternehmen bleibt unverändert, der Preisindex der Lebenshaltung steigt bis zum Jahr 2020 um ca. 0,7%. Dies hat für sich genommen dämpfende Wirkungen auf den Konsum und damit über den Kreislauf auch auf die Einkommen. Gleichzeitig steigt aber durch die Zunahme der Maut für Ausländer der Staatsverbrauch. Beide Effekte gleichen sich längerfristig in etwa aus, so dass das Bruttoinlandsprodukt, das zwischenzeitlich um 0,1% unter dem Wert der Basisprognose liegt, im Jahr 2020 gegenüber der Basisprognose wieder fast unverändert bleibt. Der Beschäftigungseffekt fällt allerdings negativ aus. Insgesamt liegt die Beschäftigung im Jahr 2020 um 75 Tausend Personen niedriger als in der Basisprognose. Die Beschäftigungsverluste konzentrieren sich auf den Fahrzeugbau, die unternehmensbezogenen Dienstleistungen und den Landverkehr, hierbei insbesondere auf die Speditionen. Dagegen benötigen die Eisenbahnen zusätzliche Mitarbeiter. Auch in einigen Dienstleistungsbereichen kommt es zu leicht positiven Beschäftigungseffekten.

Abbildung 73: Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die Beschäftigung in ausgewählten Branchen und insgesamt



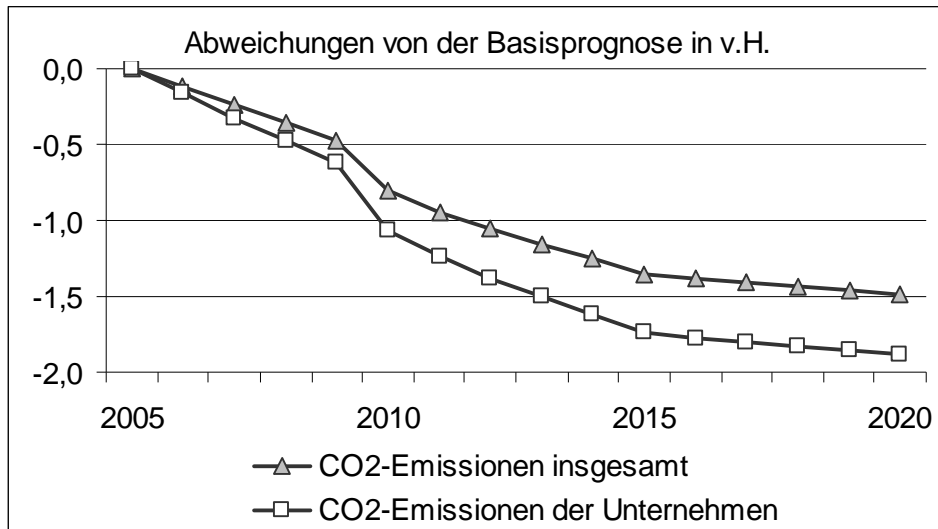
Dieses Ergebnis ist umso bemerkenswerter, als ein Teil der Mauteinnahmen im allgemeinen Haushalt verbleibt. Die von den Inländern zusätzlich erhobene Maut fließt in den allgemeinen Staatshaushalt und verbessert den Finanzierungssaldo des Staates, so dass die Staatsschuld – inklusive der Zinseffekte – sich bis zum Jahr 2020 um ca. 80 Mrd. € vermindert (vgl. Abbildung 74). Hieraus könnten zusätzliche Maßnahmen finanziert werden, um den Beschäftigungsrückgang auszugleichen.

Abbildung 74: Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die Staatsschuld



Die Reduktion des Verkehrs insgesamt sowie die Substitution von Straßenverkehr durch Schienenverkehr bringt eine deutliche Entlastung bei den energiebedingten CO₂-Emissionen, die bei den Unternehmen um 1,9% und insgesamt um 1,5% abnehmen (vgl. Abbildung 75).

Abbildung 75: Wirkungen des Schweizer Szenarios (Lkw-Maut) auf die energiebedingten CO₂-Emissionen der Unternehmen und insgesamt



6 VORSCHLÄGE ZUR VERBESSERUNG UND ERWEITERUNG DER GESAMT-RECHNUNGSDATENBASIS

Die folgenden Vorschläge zu einer Verbesserung und Erweiterung der UGR sind aus der laufenden Arbeit mit dem Gesamtrechnungssystem im Projektzusammenhang entstanden. Dabei betreffen einige Punkte konzeptionelle Fragen, die sowohl für den Verkehr als auch für andere Berichtsmodule gelten, andere beziehen sich allein auf die inhaltliche Ausgestaltung des themenübergreifenden Berichtsmoduls Verkehr.

6.1 KONZEPTIONELLE VORSCHLÄGE

6.1.1 Das Gliederungskonzept

Das Berichtsmodul Verkehr basiert auf drei Datenbeständen (Adler 2003, S. 149f), den funktionell gegliederten Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, den institutionell und funktionell gegliederten Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen und den Datenbeständen aus der Verkehrsstatistik des Statistischen Bundesamtes sowie weiterer Behörden und Institutionen, denen eine institutionelle oder funktionelle Abgrenzung der Akteure häufig völlig fehlt. Natürlich ist die Zuordnung der Verkehrsaktivitäten zu den Akteuren für einen Datensatz, der integrative Analysen ermöglichen soll, unverzichtbar. Insofern ist hier zweifellos ein zentrales konzeptionelles Problem gegeben.

Man hat sich für eine durchgängig funktionale Gliederung der Daten entschieden, um Vergleichbarkeit mit den UGR zu haben. Bei einer funktionalen Gliederung werden die Unternehmen statistisch in homogene Betriebe aufgespalten und dann zu Produktionsbereichen zusammengefasst. Im Falle des Verkehrs weicht man etwas von dieser Konzeption ab, indem man die Verkehrsleistungen der Unternehmen als sogenannte „essentielle“ Hilfsleistungen bei den unterschiedlichen Produktionsbereichen belässt. Daneben gibt es die Hauptaktivitäten Verkehr, die in den Produktionsbereichen „Dienstleistungen der Eisenbahnen“, „Sonstige Landverkehrs- und Transportleistungen“, „Schiffahrtsleistungen“, „Luftfahrleistungen“, „Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr“ erfasst werden. Diese Abbildung des Verkehrs hat den Vorteil, dass man vor allem beim Straßenverkehr in der Lage ist, die Leistungen der Speditionen von denen des Werkverkehrs zu trennen. Auch die Zuordnung des Individualverkehrs zum Konsum ist im Sinne einer integrativen Analyse zweckmäßig. Auf diese Weise ist es zweifellos möglich, die Entstehung von Verkehr als Folge der ökonomischen Aktivitäten im technologischen Kontext der Gütergruppen zu analysieren.

Fragt man nach den Wirkungen von Verkehr und den damit verbundenen Kosten auf die ökonomischen Aktivitäten, erscheint eher ein institutionelles Gliederungskonzept sachgerecht. Kosten werden in Wirtschaftsbereichen erfasst und sind häufig nur schwer auf Gütergruppen zu verteilen. Auch die wirtschaftspolitische Debatte orientiert sich an den institutionell abgegrenzten Bereichen und nicht an den eher künstlichen Produktionsbereichen. Will man etwa die Wirkungen der Lkw-Maut auf den Sektor

Maschinenbau untersuchen, dann meint man doch ein Agglomerat von Unternehmen, die diesem Bereich auf Grund einer Konvention zugerechnet werden und nicht eine abstrakte statistische Einheit.

Aus dieser Perspektive gibt es gute Gründe für die Verwendung beider Gliederungsprinzipien. Zumindest sollte man erwägen, ob man nicht die Kosten und Steuern des Verkehrs zusätzlich nach Wirtschaftsbereichen gegliedert ausweist.

Unabhängig von der Frage einer funktionellen oder institutionellen Disaggregation ist die der Gliederungstiefe zu diskutieren. Die UGR orientiert sich generell an der Gliederungstiefe der Input-Output-Rechnung mit 59 bzw. 71 Sektoren. Diese Vorgehensweise soll nicht in Frage gestellt werden. Aber man mag zweifeln, ob bei allen Tatbeständen ein tiefe Gliederung der Daten nach Produktionsbereichen bzw. Wirtschaftsbereichen erforderlich ist. Dies soll für die Verkehrsflächen hinterfragt werden. Verkehrsflächen lassen sich nach Verkehrsträgern und möglicherweise dort noch einmal nach regionalen Gesichtspunkten gliedern. Eine Zuordnung nach Produktionsbereichen hat nur den Hintergrund einer mehr oder weniger intensiven Nutzung einer insgesamt gegebenen Fläche durch einen bestimmten Wirtschaftszweig. Welche Fragestellung soll durch die Flächenzuordnung beantwortet werden? Es kann wohl nicht darum gehen, um wie viel die Verkehrsfläche eines Sektors zunimmt, wenn seine Produktion steigt. Müsste bei gegebener Gesamtfläche dann nicht die Verkehrsfläche eines anderen Sektors abnehmen? Die Zuordnung macht keinen Sinn und sollte deshalb unterbleiben.

6.1.2 Inlandskonzept versus Inländerkonzept

Die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen basieren auf dem Inländerkonzept, das die ökonomischen Aktivitäten der Inländer im In- und Ausland, aber nicht die Aktivitäten der Ausländer im Inland erfasst. Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen folgen als Satellitensystem natürlich diesem Konzept. Für die Verkehrsdaten ergibt sich damit das Problem, das die durch den Verkehr in Deutschland ausgelösten Belastungen nicht vollständig erfasst werden können, weil der Verkehr der Ausländer in Deutschland nicht abgebildet ist. Da Deutschland zumindest im Hinblick auf den Straßenverkehr mit seiner Lage im Herzen Europas fast schon als Transitland anzusprechen ist, bleiben im Datensatz Lücken. Es ist daher zu empfehlen, zwar einerseits beim Inländerkonzept zu bleiben, aber überall dort, wo Verkehrsaufkommen und die daraus folgende Belastung für die Umwelt auszuweisen sind, den Übergang zum Inlandskonzept darzustellen.

6.1.3 Verknüpfung von Indikatoren und Gesamtrechnungssystem

Der Beirat zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung (2002, S. 61ff) hat in seiner abschließenden und vierten Stellungnahme die Notwendigkeit einer Verzahnung und gegenseitigen Verwendung von UGR und Indikatoren betont. Der Beirat empfiehlt, Indikatoren, die er als hochaggregierte oder selektiert plakative Umweltvariablen

anspricht, aus dem wissenschaftlich orientierten, systematischen und einheitlichen System der UGR abzuleiten. Gerade im Verkehrsbereich existiert eine Anzahl von Indikatoren, die in der politischen Debatte eine wichtige Rolle spielen, aber mit dem UGR Konzept nicht übereinstimmen. Gelegentlich mögen bei ihrer Konstruktion gar wissenschaftliche Grundsätze wie Vollständigkeit und angemessene Darstellung der Komplexität des betrachteten Gegenstandes verletzt sein. Gleichwohl sollte die UGR im Interesse einer Durchsetzung ihrer Daten in der Öffentlichkeit diese in der politischen Diskussion erfolgreichen Indikatoren nicht zu ersetzen versuchen, sondern in ihr Datensystem einbinden.

6.1.4 Konsistenz der UGR Daten

Im Projekt war die momentan – aufgrund der engen Zeitpläne wohl unvermeidliche – fehlende Konsistenz zwischen Energie-, Emissions- und Verkehrsdaten ein großes Problem, das zum einen viel Zeit beim Modellbau gekostet hat und zum anderen einige Analysen mit der Modellversion auf Basis des aktuellen Datenstandes erschwert oder unmöglich macht. Für die Modellierung umweltpolitischer Maßnahmen auf der Ebene der Produktionsbereiche ist es wichtig, dass die Daten verschiedener Module zusammenpassen.

Mit Blick auf die weitere Entwicklung der UGR erscheint die Auflegung eines jährlichen UGR Hauptberichts – zur oder im Anschluss an die jährliche Pressekonferenz – mit einheitlichem Datenstand und mit den ökonomischen Daten des jeweiligen VGR Hauptberichts aus Sicht des Modelling als ideale Lösung, einen konsistenten Datensatz zu veröffentlichen.

6.2 BERICHTSMODUL VERKEHR

Erste Überlegungen zur Weiterentwicklung des Berichtsmoduls Verkehr sind von Adler (2003, S. 154-156) angestellt worden. Er unterscheidet drei Grundformen der Weiterentwicklung: „Vervollständigen, verbreitern und verändern“. Zur Vervollständigung des Datensatzes sind dort bereits wesentliche Punkte genannt, die sich auch für das Modelling als problematisch erwiesen haben. Hervorzuheben ist das bisherige Fehlen der Personenbeförderungsleistungen des motorisierten Individualverkehrs. Für den Privaten Verbrauch, der einen Großteil der Personenbeförderungsleistungen ausmacht, ist darüber hinaus eine weitere Untergliederung nach Zwecken und sozioökonomischen Gruppen geboten. Auch fehlende Fahrleistungen für Binnenschiffahrt und Flugverkehr stellen für das Modelling ein Problem dar. Schließlich ist der monetäre Bereich für die konsistente Verknüpfung von VGR und UGR Daten ganz entscheidend.

Darüber hinaus sind folgende Punkte aus Sicht der Modellentwickler und -anwender wichtig:

- Konsistenz zwischen Energie-, Emissions- und Verkehrsdaten (s. o.): Dazu gehört für den Verkehrsbereich auch, dass der Treibstoffverbrauch der

Produktionsbereiche mit den Fahrleistungen der Pkw und Lkw über Durchschnittsverbräuche direkt verknüpft ist.

- Ausweisung des Übergangs zu anderen Verkehrsstatistiken wie Verkehr in Zahlen und insbesondere zu einzelnen verkehrsbezogenen Nachhaltigkeitsindikatoren, die aus diesen Statistiken stammen: Dazu gehört u. a. auch die Ausweisung von Daten nach Inlandskonzept zusätzlich zum Inländerkonzept (z. B. beim Lkw-Verkehr oder beim Flugverkehr), wenn dies für die diskutierten Umweltprobleme oder politischen Maßnahmen (wie die Lkw-Maut) von großer Bedeutung ist.
- Um die zukünftige Entwicklung des Verkehrs modellhaft abzubilden, ist eine Fortschreibung der Bestände sehr wichtig. Gerade für Lkw und Pkw spielt die Frage der Neuzulassungen und Abgänge und deren technische Eigenschaften (in Form des Durchschnittsverbrauchs der Neuzulassungen) eine wichtige Rolle. Hierzu liegen in TREMOD detaillierte Informationen vor, die auch für das Verkehrsmodul genutzt werden sollten.
- Die Erfassung des Verkehrs nach Produktionsbereichen ist in vielen Fällen sinnvoll wie oben dargestellt. Ansatzpunkt für die Kfz-Steuer und die demnächst einzuführende Lkw-Maut sind in den Input-Output-Tabellen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen aber die Sonstigen Nettoproduktionsabgaben, die nach Wirtschaftsbereichen ausgewiesen sind. Für diese Größen erscheint eine Erfassung nach Wirtschaftsbereichen sachlich sinnvoll. Die Sonstigen Nettoproduktionsabgaben umfassen u. a. auch die Grundsteuer, die als mögliches Instrument zur Reduktion der Flächennutzung diskutiert wird. Für die Beförderungs- und Fahrleistungen wäre eine Ausweisung auch im Wirtschaftsbereichskonzept ebenso hilfreich.
- Die Verkehrsdaten werden gemäß der 71er Gliederung für Bahn und sonstigen Landverkehr getrennt ausgewiesen, was zur Analyse der Rolle der Bahn und der Speditionen in verschiedenen verkehrspolitischen Konzeptionen und ihren ökologischen und ökonomischen Konsequenzen natürlich unverzichtbar ist. Bei der Modellierung dieser Zusammenhänge stößt man auf das Problem, dass die erforderlichen ökonomischen Daten in der 71er Gliederung bis zum Jahr 2000 zwar verfügbar sind, dass am aktuellen Rand diese Information aber abbricht. Es müsste gewährleistet sein, dass in Zukunft diese Daten über Kosten, Output, Nachfrage, Preise usw. in der 71er Gliederung fortgeschrieben werden, was natürlich die VGR und nicht die UGR betrifft.
- Die monetäre Seite der UGR ist wesentlich für die Abbildung ökonomischer Effekte in umweltökonomischen Modellen. Kfz-Käufe stellen Investitionen der Wirtschaftsbereiche bzw. Konsumausgaben der privaten Haushalte dar. Umweltpolitische Maßnahmen beeinflussen diese Ausgaben zum Teil. Um diese Zusammenhänge modellhaft abbilden zu können, müssen die Neuzulassungen mit den monetären Größen konsistent verknüpft sein. Das bedeutet auch, dass die ökonomischen Daten über die Investitionsnachfrage beim Sektor Fahrzeugbau nach Lkw und Pkw untergliedert wird. Bei der

Konsumnachfrage entfällt diese Problem, weil es sich hier nur um Pkw handelt.

7 LITERATUR

Adler, W. (2003): Umweltökonomische Gesamtrechnungen: Berichtsmodul Verkehr. Wiesbaden.

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2004): Flächenhaushaltspolitik – ein Beitrag zur nachhaltigen Raumentwicklung. Positionspapier Nr. 58. Hannover. [zitiert als ARL]

Almon, C. (1991): The INFORUM Approach to Interindustry Modeling. Economic Systems Research 3, pp. 1-7.

Arbeitsgruppe "Wirkungsanalyse Eigenheimzulage" des Ausschusses für Wohnungswesen der ARGEBAU (2002): Bericht zur Inanspruchnahme der Eigenheimzulage in den Jahren 1996-2000. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn. [zitiert als ARGEBAU]

Bach, S. (2003): Entfernungspauschale: Kürzung gerechtfertigt. In: Wochenbericht des DIW 42/03. Berlin.

Bach, S. / Bork, C. / Kohlhaas, M. / Lutz, C. / Meyer, B. / Praetorius, B. / Welsch, H. (2001): Die ökologische Steuerreform in Deutschland. Eine modellgestützte Analyse ihrer Wirkungen auf Wirtschaft und Umwelt. Berlin, Heidelberg, New York.

Bach, S. / Kohlhaas, M. / Meyer, B. / Praetorius, B. / Welsch, H. (2002): The effects of environmental fiscal reform in Germany: a simulation study. In: Energy Policy, Vol. 30, Issue 9, July 2002, pp. 803-811.

Bach, S., Kohlhaas, M., Meyer, B., Praetorius, B., Welsch, H. (2003): Auswirkungen und Perspektiven der Ökologischen Steuerreform in Deutschland: Eine modellgestützte Analyse. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Band 4, Heft 2, S. 223-238.

Beirat „Umweltökonomische Gesamtrechnungen“ beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2002): Vierte und abschließende Stellungnahme zu den Umsetzungskonzepten des Statistischen Bundesamtes. Berlin.

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrsg.) (2003): Verkehr in Zahlen 2003/2004. Deutscher Verkehrs-Verlag, Hamburg. [zitiert als: Verkehr in Zahlen]

Bundesregierung (2004): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.

Coenen, R. / Grunwald, A. (Hrsg.) (2003): Nachhaltigkeitsprobleme in Deutschland. Analysen und Lösungsstrategien. edition sigma, Berlin.

Distelkamp, M. / Hohmann, F. / Lutz, C. / Meyer, B. / Wolter, I. (2003): Das IAB/INFORGE-Modell – Ein neuer ökonometrischer Ansatz gesamtwirtschaftlicher und länderspezifischer Szenarien. Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (BeitrAB), Band 275. Nürnberg.

European Commission's Directorate-General for Environment (2002): Fiscal Measures to Reduce CO₂ Emissions from New Passenger Cars. A study undertaken by COWI A/S. [zitiert als: COWI]

Frohn, J. / Chen, P. / Hillebrand, B. / Lemke, W. / Lutz, C. / Meyer, B. / Pullen, M. (2003): Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen - Abschätzungen mit zwei ökonomischen Modellen. Physica Verlag Heidelberg.

Frohn, J. / Leuchtman, R. / Kräussl, R. (1998): Fünf makroökonomische Modelle zur Erfassung der Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen – eine vergleichende Betrachtung. Abschlußbericht im Projekt „Modellvergleich“ des Wissenschaftlichen Beirates zur Umweltökonomischen Gesamtrechnung. Band 7 der Schriftenreihe „Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Statistisches Bundesamt (Hrsg.). Wiesbaden.

Georgescu Roegen, N. (1990): Production Process and Economic Dynamics. In: Baranzini, M. / Scazzieri, R. (eds.): The Economic Theory of Structure and Change, Cambridge u.a.O., S. 198-226.

Keimel, H / Berghof, R. / Borken, J. / Klann, U. (2004): Nachhaltige Mobilität integrativ betrachtet. edition sigma, Berlin.

Kloas, J. / Kuhfeld, H. (2003): Entfernungspauschale: Bezieher hoher Einkommen begünstigt. In: Wochenbericht des DIW 42/03. Berlin.

Knörr, W. et al. (2002): Aktualisierung des 'Daten- und Rechenmodells'. Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1980-2020. Endbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes, ifeu Heidelberg.

Lutz, C. (1998): Umweltpolitik und die Emissionen von Luftschadstoffen. Eine empirische Analyse für Westdeutschland. Berlin.

Lutz, C. / Meyer, B. / Schleich, J. / Nathani, C. (2004): Endogenous Technological Change and Emissions: The Case of the German Steel Industry. Erscheint in Energy Policy.

Meyer, B. (2002): Die Prognose der CO₂-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2010. In: Wirtschaft und Statistik, 11/2002, S. 1011-1016

Meyer, B. (2003): Ökonomische, ökologische und soziale Interdependenzen - Modellierung und Empirie. In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Forum der Bundesstatistik. Band 41: Sozialer Wandel - Daten, Analysen, Gesamtrechnungen. Wiesbaden, S. 93-105.

Meyer, B. (2004): Strukturanalyse. In: Herrmann-Pillath, C. / Lehmann-Waffenschmidt, M. (Hrsg.): Handbuch Evolutorische Ökonomik. Berlin.

Meyer, B. / Bockermann, A. / Ewerhart, G. / Lutz, C. (1998): Modellierung der Nachhaltigkeitslücke. Eine umweltökonomische Analyse. Reihe: Umwelt und Ökonomie 26, Physica-Verlag, Heidelberg.

Meyer, B. / Bockermann, A. / Ewerhart, G. / Lutz, C. (1999): Marktkonforme Umweltpolitik. Wirkungen auf Luftschadstoffemissionen, Wachstum und Struktur der Wirtschaft. Reihe: Umwelt und Ökonomie 28, Physica-Verlag, Heidelberg.

Meyer, B. / Ewerhart, G. (1998): Multisectoral Policy Modelling for Environmental Analysis. In: Uno, K. / Bartelmus, P. (Hrsg.): Environmental Accounting in Theory and Practice. Amsterdam, S. 395-406.

Meyer, B. / Lutz, C. / Wolter, M. I. (2003): Global Multisector/Multicountry 3E Modelling: From COMPASS to GINFORS. Paper presented at the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change. Berlin, December, 5.-6., 2003.

Meyer, B. / Lutz, C. (2002a): IO, macro-finance, and trade model specification. In: Uno, K. (ed.): Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 55-68.

Meyer, B. / Lutz, C. (2002b): Endogenized trade shares in a global model. In: Uno, K. (ed.): Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 69-80.

Meyer, B. / Lutz, C. (2002c): Carbon tax and labour compensation - a simulation for G7. In: Uno, K. (ed.): Economy-Energy-Environment Simulation: Beyond the Kyoto Protocol. Dordrecht, Boston, London, pp. 185-190.

Meyer, B. / Uno, K. (1999): COMPASS – Ein globales Energie-Wirtschaftsmodell, in: ifo-Studien, 45, S. 703-718.

Rat für Nachhaltige Entwicklung (2004): Mehr Wert für die Fläche: Das „Ziel-30-ha“ für die Nachhaltigkeit in Stadt und Land. Empfehlung des Rates für Nachhaltige Entwicklung an die Bundesregierung.

Rothengatter, W. / Doll, K. (2001): Anforderungen an eine umweltorientierte Schwerverkehrsabgabe für den Straßengüterverkehr. UBA-Text 57/01, Berlin.

Schäfer, D. / Krack-Roberg, E. / Hoffmann-Kroll, R. (2002): Bodennutzung durch wirtschaftliche Aktivitäten. Ein Beitrag zur Ökoeffizienzdiskussion. Band 11 der Schriftenreihe Beiträge zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart.

Schleich, J. / Meyer, B. / Lutz, C. / Nathani, C. (2001): Innovationen und Luftschadstoffemissionen - Eine gesamtwirtschaftliche Abschätzung des Einflusses unterschiedlicher Rahmenbedingungen bei expliziter Modellierung der Technologiewahl im Industriesektor. In: Hemmelskamp, J. (Hrsg.): Forschungsinitiative zu Nachhaltigkeit und Innovationen. München, S. 85-89.

Schleich, J. / Meyer, B. / Lutz, C. / Nathani, C. / Schön, M. (2002): Technologiewahl, technischer Fortschritt und Politiksimulationen - Ein neuer Modellierungsansatz am Beispiel der Stahlerzeugung. ISI / GWS, Karlsruhe und Osnabrück.

Spangenberg, J. (Hrsg.) (2003): Arbeit, Umwelt, Gerechtigkeit - Strategien für ein zukunftsfähiges Deutschland. ökom Verlag, München.

Statistisches Bundesamt (2002): Fachserie 18 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Reihe 1.3, Hauptbericht 2001. Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart.

Statistisches Bundesamt (2003): Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Wiesbaden.