

PolRess AP2 – Politikansätze und -instrumente

Vertiefungsanalyse 3:

Simulationsstudien der Potenziale von Gütersteuern zur Reduktion der inter- nationalen Ressourceninanspruchnahme

Mark Meyer

Gesellschaft für Wirtschaftliche
Strukturforschung (GWS) mbH

GLIS SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

August 2015

PolRess – Ressourcenpolitik

Ein Projekt im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes

Laufzeit 01/2012 – 05/2015

FKZ: 3711 93 103



**Umwelt
Bundesamt**

Fachbegleitung UBA

Judit Kanthak

Umweltbundesamt

E-Mail: judit.kanthak@uba.de

Tel.: 0340 – 2103 – 2072

Ansprechpartner Projektteam

Dr. Klaus Jacob

Freie Universität Berlin

E-Mail: klaus.jacob@fu-berlin.de

Tel.: 030 – 838 54492

Projektpartner:



Die veröffentlichten Papiere sind Zwischen- bzw. Arbeitsergebnisse der Forschungsnehmer. Sie spiegeln nicht notwendig Positionen der Auftraggeber oder der Ressorts der Bundesregierung wider. Sie stellen Beiträge zur Weiterentwicklung der Debatte dar.

Zitationsweise: Meyer, M. (2015): Simulationsstudien der Potenziale von Gütersteuern zur Reduktion der internationalen Ressourceninanspruchnahme. Vertiefungsanalyse 3 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	VII
1. Hintergrund und Zielsetzung	8
2. Methodische Anmerkungen.....	10
2.1. Methodisches Fundament: Das Modell GINFORS ₃	10
2.2. Zentrale Szenarienannahmen	12
2.2.1. Bevölkerungsentwicklung	14
2.2.2. Globale Rohstoffpreise	15
3. Simulationsaufbau	16
3.1. Simulationsstudie I	17
3.2. Simulationsstudie II	20
4. Ergebnisse	21
4.1. Ergebnisse der Simulationsstudie I	21
4.1.1. Relevante Ansatzpunkte zur Einführung von Gütersteuern.....	21
4.1.2. Exemplarische Diskussion möglicher Fehlwirkungen.....	27
4.1.2.1. Einkommens- und Substitutionseffekte	27
4.1.2.2. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen	39
4.2. Ergebnisse der Simulationsstudie II	42
4.2.1. Sensitivitätsstudien zur Spezifikation des Simulationsaufbaus.....	42
4.2.2. Kernergebnisse im Überblick	46
4.2.3. Detaillierte Betrachtung der makroökonomischen Befunde	48
4.2.4. Ergänzende sektorale ökonomische Auswertungen	57
4.2.5. Entwicklung der Rohstoffinanspruchnahme	64
5. Zusammenfassung.....	67
6. Quellenverzeichnis	70
7. Anhang.....	73
7.1. Klassifikationen	73
7.2. Ergänzende Abbildungen zu sektoralen Details der Modellrechnungen.....	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Grundstruktur des Modells GINFORS ₃	11
Abbildung 2: Globale Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf (Index 2014=100)	12
Abbildung 3: Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf in Deutschland (Index 2014=100).....	13
Abbildung 4: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland in den ausgewählten SSP Szenarien (Index 2014=100).....	14
Abbildung 5: Globale Energiepreisentwicklungen in den PolRess Szenarien (Index 2014=100).....	15
Abbildung 6: Nicht-energetische Weltmarktpreise in den PolRess Szenarien (Index 2014=100)....	16
Abbildung 7: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, Entwicklung zentraler Verwendungskomponenten	23
Abbildung 8: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, Entwicklung des Außenbeitrags.....	24
Abbildung 9: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, industriespezifische Effekte	25
Abbildung 10: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, makroökonomische Effekte	27
Abbildung 11: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, Auswirkungen auf die global genutzte abiotische Rohstoffinanspruchnahme	29
Abbildung 12: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, außenwirtschaftliche Effekte	30
Abbildung 13: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, makroökonomische Gesamteffekte in Deutschland	32
Abbildung 14: Inländische Verwendungsstrukturen des Jahres 2011 im Vergleich.	33
Abbildung 15: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, Veränderungen der makroökonomischen Konsumstruktur (Mrd. €).....	35
Abbildung 16: Veränderungen der gesamtwirtschaftlichen Konsumgüterpreise.	36
Abbildung 17: Veränderungen der Konsumnachfrage nach Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens im Vergleich.	37
Abbildung 18: Simulierte Veränderungen einzelner Materialkategorien der globalen abiotischen Rohstoffnutzung (Mio. t)	38
Abbildung 19: Entwicklung des pro Kopf in Preisen von 1995 verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte in den jeweiligen Einzelsimulationen (€).....	40
Abbildung 20: Ökonomische Wirkungen von Gütersteuern im Vergleich: Alternative Kompensationswirkungen.....	41
Abbildung 21: Gesamtwirtschaftliche Befunde im Vergleich, Simulationsergebnisse für Nahrungsmittel sowie Metallerzeugnisse.....	42
Abbildung 22: Sensitivitätsanalyse, Preisindex der Bruttoinvestitionen und reale Bruttoanlageinvestitionen.	44
Abbildung 23: Sensitivitätsanalyse, ressourcenspezifische Wirkungsgrade (%) alternativer Gütersteuerkonzeptionen.	45
Abbildung 24: Zentrale Befunde bei Simulation einer umfassenden Güterbesteuerung im SSP1 Szenario.....	47

Abbildung 25: Zentrale Befunde bei Simulation einer umfassenden Güterbesteuerung im SSP3 Szenario.....	48
Abbildung 26: Wesentliche makroökonomische Lenkungsimpulse in den Simulationsvarianten....	49
Abbildung 27: Zentrale makroökonomische Befunde in den Simulationsvarianten.....	51
Abbildung 28: Private Haushalte, wesentliche makroökonomische Ergebnisse	52
Abbildung 29: Staat, wesentliche makroökonomische Ergebnisse.....	54
Abbildung 30: Außenbeitrag, Entwicklung von realen Im- und Exporten sowie resultierende Gesamteffekte	56
Abbildung 31: Entwicklung des Güteraufkommens im Detail, arithmetisches Mittel der relativen Abweichungen (in %)	60
Abbildung 32: Projektionen der abiotischen Rohstoffindikatoren im Simulationszeitraum.....	65
Abbildung 33: Deutsche Rohstoffindikatoren, Auswirkungen der simulierten Güterbesteuerung .	66
Abbildung 34: Entwicklung des Güteraufkommens im Detail, arithmetisches Mittel der absoluten Abweichungen.....	77
Abbildung 35: Entwicklung der sektoralen Beschäftigung, arithmetisches Mittel der relativen Abweichungen (in %)	78
Abbildung 36: Entwicklung der sektoralen Beschäftigung, arithmetisches Mittel der absoluten Abweichungen (1000 Erwerbstätige).	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: In den Steuersimulationen betrachtete materialrelevante Gütergruppen	18
Tabelle 2: Subventionierte Dienstleistungen im Kompensationsansatz a)	19
Tabelle 3: Ausgewählte Gütergruppen und durchschnittliche Reduktionen der global genutzten abiotischen Rohstoffinanspruchnahme (Mio. t) bei unterschiedlichen Kompensationsvarianten ..	21
Tabelle 4: Im Gütersteuermix der Simulationsstudie II simultan berücksichtigte Gütergruppen.	43
Tabelle 5: Durchschnittliche Rückgänge der realen Bruttoproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.	58
Tabelle 6: Durchschnittliche Rückgänge der realen Bruttoproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.	58
Tabelle 7: Durchschnittliche Steigerungen der realen Bruttoproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.	59
Tabelle 8: Durchschnittliche Steigerungen der realen Bruttoproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.	59
Tabelle 9: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungszuwächse (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.	61
Tabelle 10: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungszuwächse (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.	62
Tabelle 11: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungsrückgänge (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.	63
Tabelle 12: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungsrückgänge (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.	64
Tabelle 13: Klassifikation der Gütergruppen im GINFORS Modell.....	74
Tabelle 14: Klassifikation der Wirtschaftszweige im GINFORS Modell.....	76

1. Hintergrund und Zielsetzung

Obwohl Verbrauchsteuern wie bspw. die Tabak-, Strom- oder Kernbrennstoffsteuer grundsätzlich gängige fiskalische Instrumente mit Gesetzgebungskompetenz auf Bundesebene repräsentieren, kann ihnen in der ressourcenpolitischen Praxis bislang keine nennenswerte Bedeutung zugesprochen werden. Könnte ein umfassenderer Einsatz dieser Instrumente dazu beitragen, Potenziale zur Reduktion der Ressourceninanspruchnahme zu erschließen? Falls ja, welche Gestaltungsoptionen wären hierbei denkbar und welche gesamtwirtschaftlichen Kosten wären dabei zu erwarten? Die vorliegende Vertiefungsanalyse greift diese Fragen auf, indem sie die Ergebnisse umfassender Modellsimulationen zur Abschätzung der Auswirkungen alternativer Gütersteueransätze auf die deutsche Volkswirtschaft sowie die internationale Rohstoffinanspruchnahme vorlegt.

Gütersteuern eignen sich, weil sie einerseits sehr spezifisch auf einzelne Produktgruppen eingesetzt werden können und andererseits wegen der bereits vorhandenen Strukturen ohne großen administrativen Aufwand eingeführt werden können. Gemäß Glossar des Statistischen Bundesamtes sind Gütersteuern „alle Steuern und ähnliche Abgaben, die pro Wert- oder Mengeneinheit einer gehandelten Ware oder Dienstleistung zu entrichten sind. Die Gütersteuern umfassen nicht abziehbare Umsatzsteuer, Importabgaben (unter anderem Zölle, Verbrauchsteuern und Abschöpfungsbeträge auf eingeführte Güter), sonstige Gütersteuern (Verbrauchsteuern, Vergnügungssteuern, Versicherungssteuern und so weiter).“¹ Dieser generellen Definition folgend, betrachtet das vorliegende Arbeitspapier keine ausgewählten fiskalischen Einzelinstrumente bezüglich ihrer individuellen Ausgestaltung und Wirksamkeit. Vielmehr dienen die hier betrachteten Modellsimulationen dazu, eine allgemeine Abschätzung der ressourcenpolitischen Potenziale einer Besteuerung verschiedener Waren- und Dienstleistungsgruppen durchzuführen. Grundidee dieses Ansatzes ist es, ressourcenintensive Güter zu besteuern. Diese werden somit teurer und daher weniger nachgefragt, wodurch der Ressourcenverbrauch sinkt. Um eine intensivere Lenkungswirkung der Steuer zu entwickeln, kann zudem das Steueraufkommen durch eine Subventionierung nicht ressourcenintensiver Gütergruppen kompensiert werden.

Im Vergleich zu bisherigen Vorläuferstudien markiert dieser Beitrag eine deutliche Erweiterung des Forschungsfeldes. Eigene diesbezügliche Arbeiten betrachteten bislang lediglich vereinzelt ausgewählte Steuerkombinationen (bspw. Baustoffsteuer und Umsatzsteuersätze für Verkehrsdienstleistungen in (Meyer, Meyer, & Distelkamp, 2012)) oder blieben auf eine reine Betrachtung von Materialinputsteuern beschränkt (bspw. (Distelkamp, Meyer, & Wolter, 2005)). Die Konzeption der Materialinputsteuern beruht dabei auf einer unmittelbaren Besteuerung der jeweiligen Rohstoffentnahmen (inklusive ökologischer Rucksäcke) auf den einzelnen Produktionsstufen eines betrachteten Produktionsprozesses. Dieser Ansatz ist intuitiv eingängig und wurde in entsprechenden Modellsimulationen auch bereits als gesamtwirtschaftlich wirksames Instrument

¹ <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VGR/Glossar/Guetersteuern.html>

identifiziert.² Die konkrete Umsetzung einer Materialinputsteuer (welche in €/Tonne Materialinput spezifiziert ist) erfordert allerdings ein umfassendes Monitoring der auf den jeweiligen Produktionsstufen verwandten Materialinputs. Im Vergleich hierzu erscheint der im Folgenden untersuchte indirekte Ansatz zur Reduktion der Nachfrage nach rohstoffintensiven Gütern über eine Einführung von Gütersteuern (in € pro €-Nachfrage) wesentlich einfacher umsetzbar.

Um geeignete Ansatzpunkte zur Reduktion der Rohstoffanspruchnahme durch Einführung von Gütersteuern identifizieren zu können, wurden für die vorliegende Vertiefungsanalyse umfangreiche Simulationsexperimente unter Verwendung des globalen Simulationsmodells GINFORS₃ (Global Interindustry Forecasting System) durchgeführt. GINFORS ist ein zur Analyse internationaler umweltökonomischer Wirkungszusammenhänge eingesetztes Modell, das seit 1995 von der gws entwickelt wurde und im PolRess Projekt auch zur Abschätzung der ökonomischer Auswirkungen ausgewählter Politikinstrumente eingesetzt wurde (vgl. hierzu (Meyer, Meyer, & Walter, 2015), (Meyer M. , 2015)). Sämtliche GINFORS-Simulationen zeichnen sich dadurch aus, dass die internationalen Rückwirkungen nationaler Politikmaßnahmen umfassend abgebildet werden. Die hier präsentierten Ergebnisse berücksichtigen daher stets auch die Risiken globaler „rebound“- und/oder „leakage“-Effekte der analysierten nationalen fiskalischen Maßnahmen.

So kann auf Basis von GINFORS₃-Simulationen neben bekannten ressourcenpolitischen Indikatoren (bspw. RMC und RMI) auch die Gesamtentwicklung der globalen Rohstoffanspruchnahme unmittelbar analysiert werden. Diese Modelleigenschaft ermöglicht eine umfassende Einschätzung zur ganzheitlichen Bewertung nationaler ressourcenpolitischer Maßnahmen, da durch eine isolierte Betrachtung nationaler Indikatoren keine eindeutigen Rückschlüsse auf die insgesamt resultierenden globalen Entwicklungen gewährleistet sind.³ Die nachfolgend vorgestellten Modellexperimente beruhen daher auf einer Betrachtung der globalen Rohstoffanspruchnahme, welche durch die oben genannten Indikatoren um einen Ausweis der nationalen ressourcenpolitischen Effekte ergänzt wird.

Da die Ressourceneffizienzstrategie ProgRess biotische Rohstoffe lediglich unter dem Aspekt der stofflichen Nutzung betrachtet, diese Unterteilung von der vorliegenden Modellversion GINFORS₃ jedoch nicht explizit abgebildet werden kann, stehen abiotische Rohstoffkategorien im Mittelpunkt der Analyse. Diese folgt einem zweistufigen Versuchsaufbau. Auf der ersten Stufe werden zunächst diejenigen materialrelevanten Gütergruppen identifiziert, denen bei Einführung einer Gütersteuer in Deutschland ein Potenzial zur Reduktion der globalen Rohstoffanspruchnahme zugesprochen werden kann. Um Ansatzpunkte zur Ausgestaltung einer umfassenderen Güterbesteuerung

² Vgl. hierzu bspw. auch die entsprechenden Ergebnisdarstellungen in (Dosch, 2005).

³ Grundsätzlich ist bspw. denkbar, dass ein beobachteter Rückgang des Indikators RMI in Deutschland auf Produktionsverlagerungen aus dem Inland ins Ausland zurückzuführen ist. In solch einem Fall kann nicht im Vorhinein ausgeschlossen werden, dass der nationale Rückgang des RMI durch korrespondierende RMI-Anstiege im Ausland (über-)kompensiert wird.

aufzuzeigen, werden daraufhin die Effekte bei Einführung einer simultanen Gütersteuer auf die zuvor identifizierten Gütergruppen für unterschiedliche Steuersätze und variierende Kompensationsraten analysiert.

Um eine abgeschlossene Dokumentation des Simulationsaufbaus sowie der darauf resultierenden Befunde zu gewährleisten, gliedern sich die weiteren Darstellungen wie folgt: Kapitel 2 dient der Vorstellung des methodischen Rahmens sowie zentraler exogener Simulationsvorgaben. Kapitel 3 fasst den eigentlichen Simulationsaufbau komprimiert zusammen, woraufhin in Kapitel 4 die Präsentation der Ergebnisse erfolgt. Die abschließende Zusammenfassung dieser Befunde findet sich in Kapitel 5.

2. Methodische Anmerkungen.

2.1. Methodisches Fundament: Das Modell GINFORS₃

Als globales umweltökonomische Simulationsmodell ist GINFORS₃ zur Evaluation einzelner Politikmaßnahmen, aber auch zur Analyse von komplexen Szenarien geeignet, die bis zu einem Zukunftszeitpunkt bestimmte Ziele erreichen sollen. Die internationale wirtschaftliche Entwicklung sowie die Belastung der Umwelt können in Jahresschritten maximal bis zum Jahr 2050 simuliert werden. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf

- die Entwicklung der 35 Wirtschaftsbereiche in 38 Ländern und in einer Region „Rest of World“,
- internationale Handelsströme für die 59 Produkte,
- daraus resultierende Auswirkungen auf die zentralen makroökonomischen Aggregate der Länder (z.B. Staatsverschuldung, verfügbare Einkommen der privaten Haushalte),
- Emissionen, die sich aufgrund des Einsatzes von 28 Energieträgern ergeben sowie
- die weltweite Nachfrage nach Ressourcen (inkl. Wasserbedarf und der landwirtschaftlichen Bodennutzung).

GINFORS₃ weist somit die Eigenschaften eines vollständig integrierten Simulationsmodells auf: Die Auswirkungen nationaler (umwelt-)politischer Maßnahmen können in alternativen globalen Umfeldszenarien umfassend analysiert werden, wobei auch indirekt induzierte internationale spill-over Effekte stets automatisch mit abgebildet werden. Aktuelle Anwendungen außerhalb des PolRess Projektes finden sich bspw. bei (Meyer, Distelkamp, & Beringer, 2015), (Meyer M. , 2015), (Meyer & Meyer, 2013).

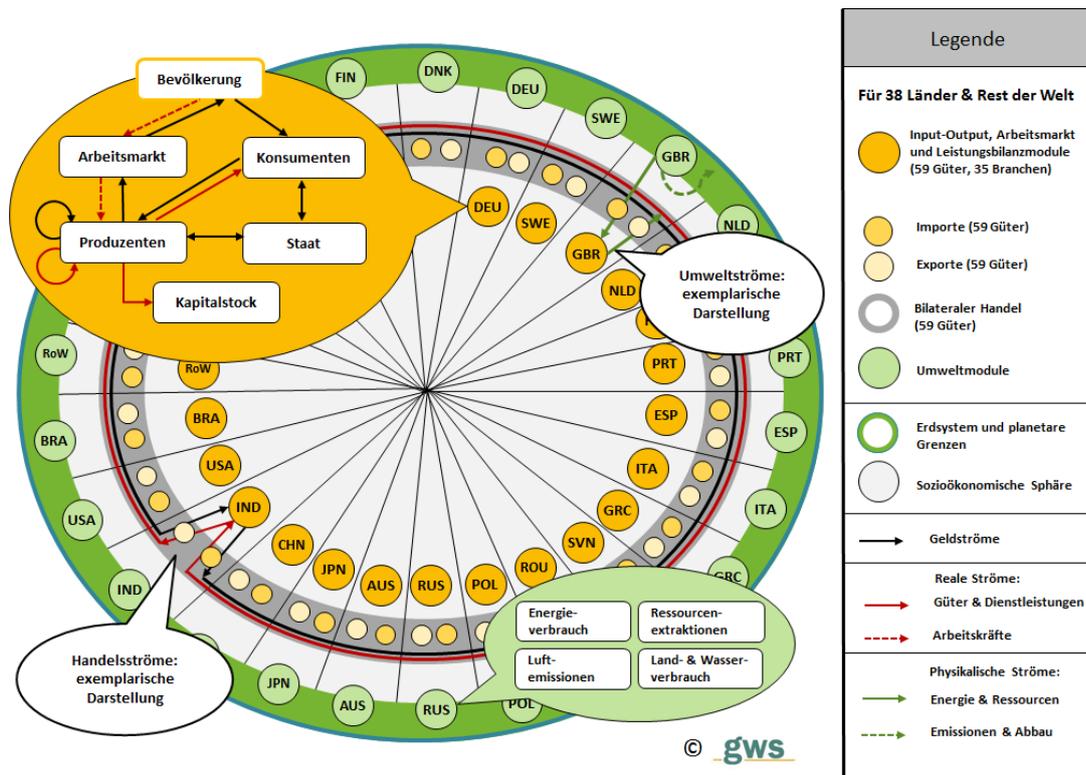


Abbildung 1: Grundstruktur des Modells GINFORS₃
Quelle: gws

Die aktuelle Version GINFORS₃ ist die erste GINFORS-Version, die auf einer Zeitreihe von vollständig harmonisierten, nationalen Aufkommens- und Verwendungstabellen (SUT) basiert. Der entsprechende Ausgangsdatensatz, der zusätzlich auch mit umwelt- und energiebezogenen Informationen ausgestattet ist, wurde erstmals 2012 im Rahmen des World Input Output Database Projektes (WIOD, siehe auch <http://www.wiod.org/>) veröffentlicht. Dieser Datensatz wurde von den Modellautoren um Angaben der Statistikabteilung der Vereinten Nationen (UN) zu Bevölkerung und zum Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) sowie um finanzielle Daten des Internationalen Währungsfonds (IMF) (u.a. Öffentliche Verschuldung) ergänzt.

Aus logischer Perspektive können innerhalb von GINFORS vier miteinander verknüpfte Module unterschieden werden (vgl. hierzu Abbildung 1). Im Zentrum befindet sich ein bilaterales Handelsmodul, das die Exporte und Importe von 59 Waren und Dienstleistungen zwischen 38 Ländern (EU27-Länder, Russland, Türkei, Brasilien, Kanada, Mexiko, Vereinigte Staaten von Amerika, China, Indien, Japan, Korea und Australien) und einer Region „Rest of World“ erfasst. Von jedem Land erhält das Handelsmodell die Importe und die Exportpreise nach Gütergruppen. Umgekehrt liefert es die Exporte und die Importpreise an alle anderen Länder. Die Anteile am Handel der einzelnen Gütergruppen sind von Preis- und technischen Trendentwicklungen abhängig. Eine detaillierte Dokumentation der für sämtliche Berechnungen des PolRess-Projekts verfügbaren Modellversion bietet (Meyer, Meyer, & Walter, 2015).

2.2. Zentrale Szenarienannahmen

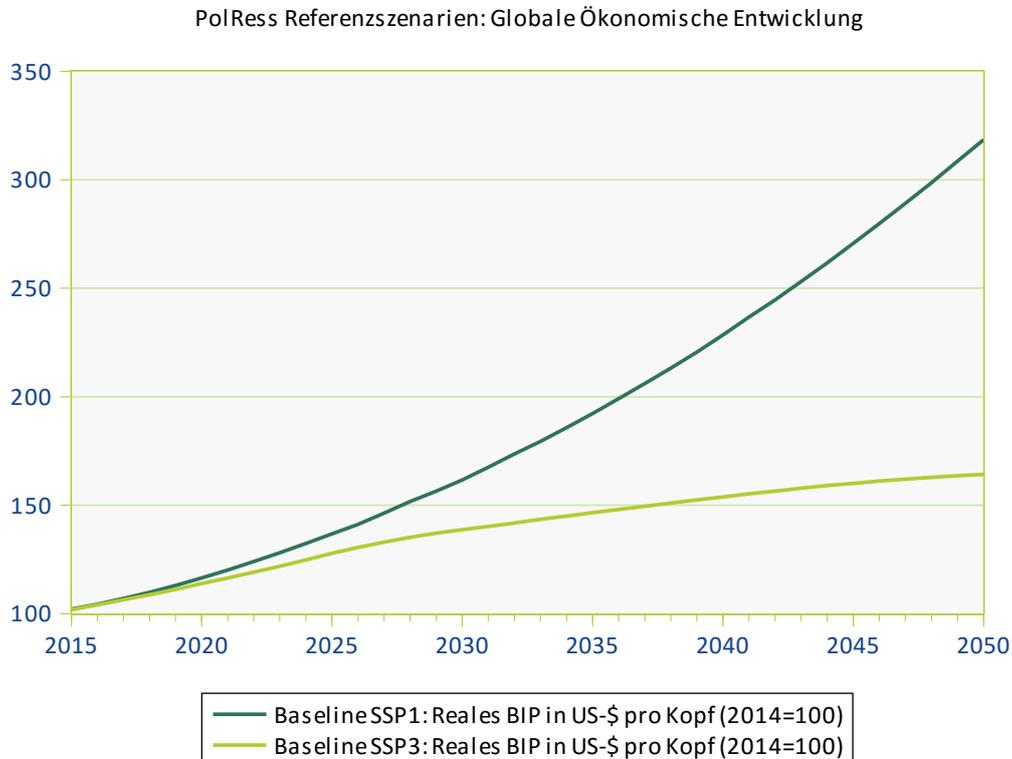


Abbildung 2: Globale Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf (Index 2014=100)
Quelle: IIASA SSP Database

Der vorherige Unterabschnitt verdeutlichte bereits, dass GINFORS₃ hochgradig endogen ist. Als exogene Variable sind für jeden Simulationslauf lediglich Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung in den jeweiligen Nationalökonomien sowie einige zentrale globale Rohstoffpreise vorzugeben.

Sämtliche Simulationsstudien des PolRes-Projekts waren im Kontext alternativer zukünftiger Umfeldszenarien zu evaluieren. Daher wurden für PolRes zwei alternative GINFORS₃-Szenarien in weitgehender Anlehnung an sozio-ökonomische Rahmendaten der „Shared Socioeconomic Pathways“ (SSPs) erarbeitet.⁴

⁴ SSPs wurden in der Klimaforschung entwickelt um einen möglichst hohen Konsistenzgrad hinsichtlich der in alternativen Studien unterstellten Umfeldentwicklungen erreichen zu können. Insgesamt umfassen die SSPs fünf globale Szenarioprojektionen, deren sozio-ökonomischen Rahmendaten öffentlich zugänglich sind (siehe hierzu <https://secure.iiasa.ac.at/web-apps/ene/SspDb/>). Eine detailliertere Einführung zu und Übersicht der SSPs bieten (Kriegler, et al., 2012). Weiterführende Details und Hintergründe können zudem (Moss, et al., 2010), (van Vuuren, et al., 2012) sowie (O'Neill, et al., 2014) entnommen werden. Als numerische Referenz der eigenen Modellrechnungen dienten stets die Berechnung von (Chateau & Dellink, 2012).

Reales Bruttoinlandsprodukt (pro Kopf, 2014=100)

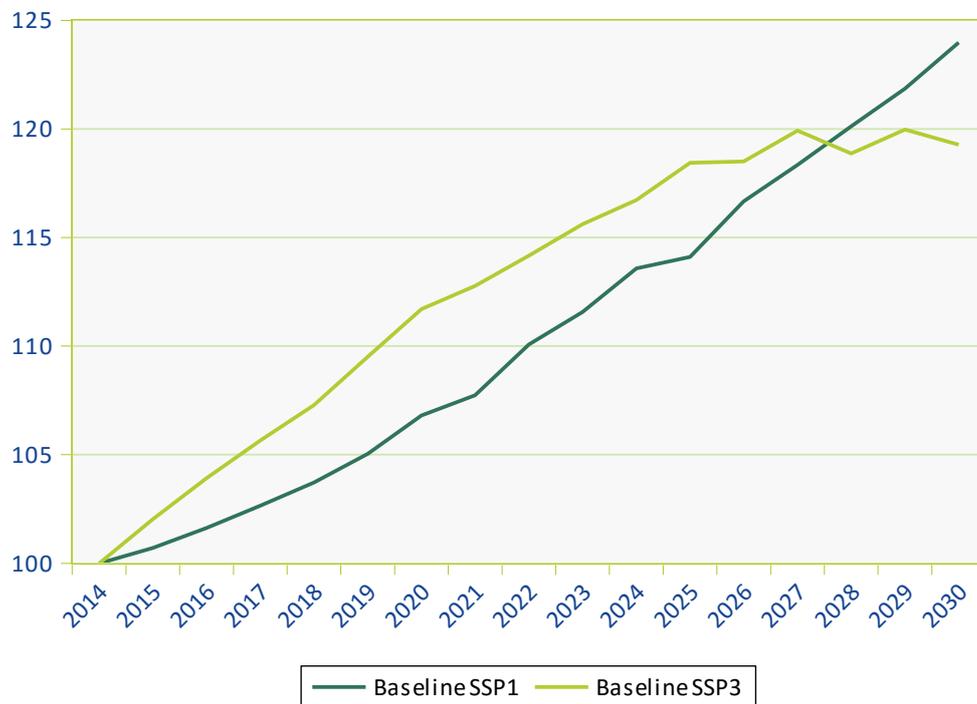


Abbildung 3: Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf in Deutschland (Index 2014=100)

Quelle: GINFORS

Die Auswahl der für die Modellkalibrierung verwendeten SSP-Szenarien orientierte sich dabei an der Zielsetzung, einen (bei Betrachtung ökonomischer Kerngrößen sowie internationaler Bevölkerungstendenzen) möglichst weit gespannten Szenarienraum zu entwickeln. Gemäß dieser Zielsetzung fiel die Wahl auf die SSP Szenarien 1 und 3, deren globale ökonomischen Vorgaben in Abbildung 2 widergegeben werden.

Für den Zeitraum 2014 bis 2030 zeigt Abbildung 3 die auf Basis dieser Vorgaben für Deutschland simulierten Verläufe des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf. Die hierbei verfolgte Vorgehensweise zur Festlegung der exogenen Modellparameter wird in den folgenden beiden Unterabschnitten kurz beschrieben. Weiterführende Dokumentationen hierzu finden sich wiederum bei (Meyer, Meyer, & Walter, 2015).

2.2.1. Bevölkerungsentwicklung

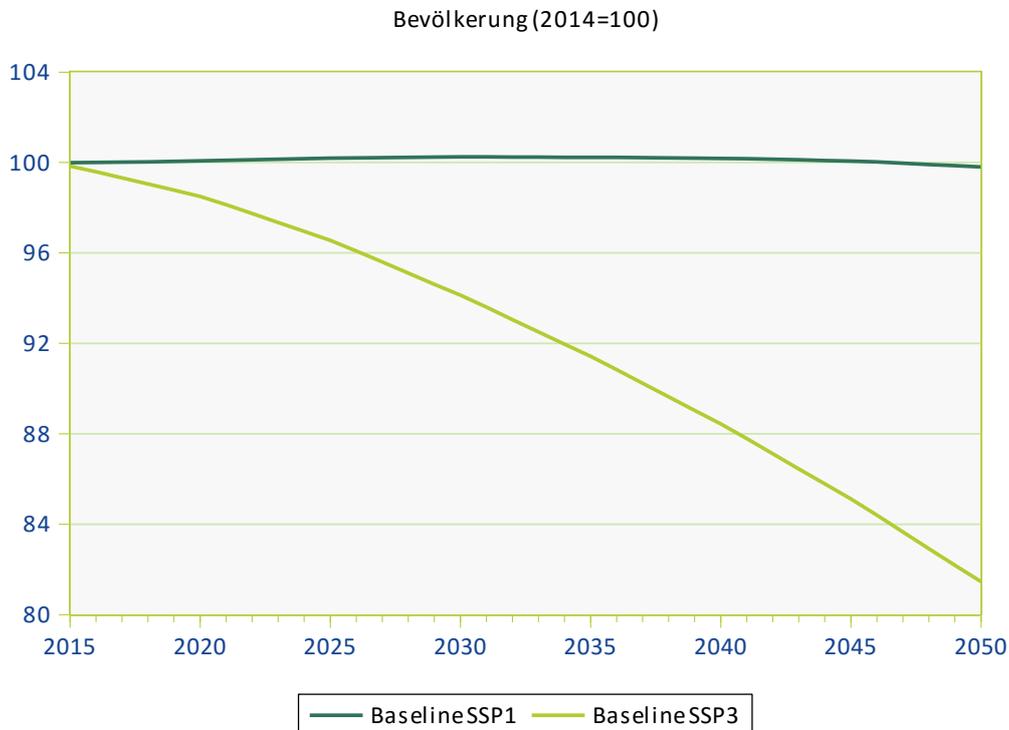


Abbildung 4: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland in den ausgewählten SSP Szenarien (Index 2014=100)
Quelle: GINFORS

Im SSP1-Szenario wächst die Weltbevölkerung zwischen 2010 und 2050 um knapp ein Viertel von rund 6,9 Mrd. Menschen auf rund 8,5 Mrd., wobei das globale Wachstum zum Ende des Projektionszeitraumes abflacht. Der Bevölkerungszuwachs wird dabei hauptsächlich von der „Rest of World“ Region getrieben, deren globaler Bevölkerungsanteil von 2010 bis 2050 von 40% auf 46% ansteigt. Für die EU27-Länder und der USA werden, sich im Zeitablauf abschwächende, positive Wachstumsraten unterstellt. China weist eine bis zu Beginn der 2020er Jahre wachsende Bevölkerung aus.

Im Vergleich hierzu wächst die Weltbevölkerung im SSP3-Szenario wesentlich dynamischer. Im Jahr 2050 wird ein Wert von 9,9 Mrd. Menschen erreicht, wobei dieses Wachstum hauptsächlich von Nicht-EU-Ländern wie Indien, Brasilien, Mexiko und der „Rest of World“-Region getragen wird. In den EU27-Ländern nimmt die Bevölkerung nach 2020 ab, so dass die dort lebende Gesamtbevölkerung im Jahr 2050 kleiner ausfällt als noch im Jahr 2010. Auch in China und den USA ist zu Beginn des Projektionszeitraumes ein Bevölkerungswachstum zu beobachten, welches sich jedoch mittelfristig in einen Bevölkerungsrückgang umwandelt.

Die resultierenden exogenen Vorgaben zur Bevölkerungsentwicklung in Deutschland können Abbildung 4 entnommen werden. Während im SSP1 Kontext von einer bis 2050 stabilen Bevölkerungszahl knapp oberhalb von 82 Mio. Einwohnern ausgegangen wird, ist das SSP3-Szenario durch einen dauerhaft rückläufigen Bevölkerungstrend gekennzeichnet.

2.2.2. Globale Rohstoffpreise



Abbildung 5: Globale Energiepreisentwicklungen in den PolRess Szenarien (Index 2014=100)
Quelle: GINFORS, (IEA, 2012)

Die Entwicklung der globalen Rohstoffpreise konnte nicht unmittelbar aus der SSP-Datenbank übernommen werden. Für die aus Modellperspektive zentralen Energieträger Stein- und Braunkohle sowie Rohöl und Erdgas wurde stattdessen auf Vorgaben der IEA (IEA, 2012) zurückgegriffen. Da das SSP1-Szenario im Vergleich zum SSP3-Szenario qualitativ als deutlich nachhaltiger beschrieben wird,⁵ folgt die Dynamik dieser Weltmarktpreise in der PolRess SSP1-Implementation dem 2 Grad Szenario. Im SSP3 Fall wurden hingegen die Preisentwicklungen des 6 Grad Szenarios unterstellt.⁶ Für beide Energieträgerkategorien wurden die in den jeweiligen PolRess-Szenarien unterstellten Wachstumsdynamiken der Weltmarktpreise in Abbildung 5 zusammengefasst.

Da den Daten der IEA nicht die für die Modellkalibrierung benötigten Angaben zum zukünftigen Verlauf der Weltmarktpreise für nicht-energetische Rohstoffe entnommen werden konnte, werden die Weltmarktpreise für Land- und Forstwirtschaftliche Produkte, Fisch und Fischerzeugnisse sowie Erze für die PolRess-Simulationen auf Basis historischer Beobachtungen extrapoliert. Auf eine Unterscheidung verschiedener Preisdynamiken in den jeweiligen SSP-Umfeldern wurde für diese Rohstoffkategorien verzichtet. Die resultierenden Preisvorgaben können Abbildung 6 entnommen werden.

⁵ Vergleiche hierzu bspw. folgenden Abschnitt der SSP1 Beschreibung in (Chateau & Dellink, 2012): „The world is characterized by an open, globalized economy, with relatively rapid technological change directed toward environmentally friendly processes, including clean energy technologies and yield-enhancing technologies for land.“

⁶ Die SSP3-Welt wird von (Chateau & Dellink, 2012) (u.a.) folgendermaßen beschrieben: „This is a world failing to achieve global development goals, and with little progress in reducing resource intensity, fossil fuel dependency, or addressing local environmental concerns such as air pollution.“

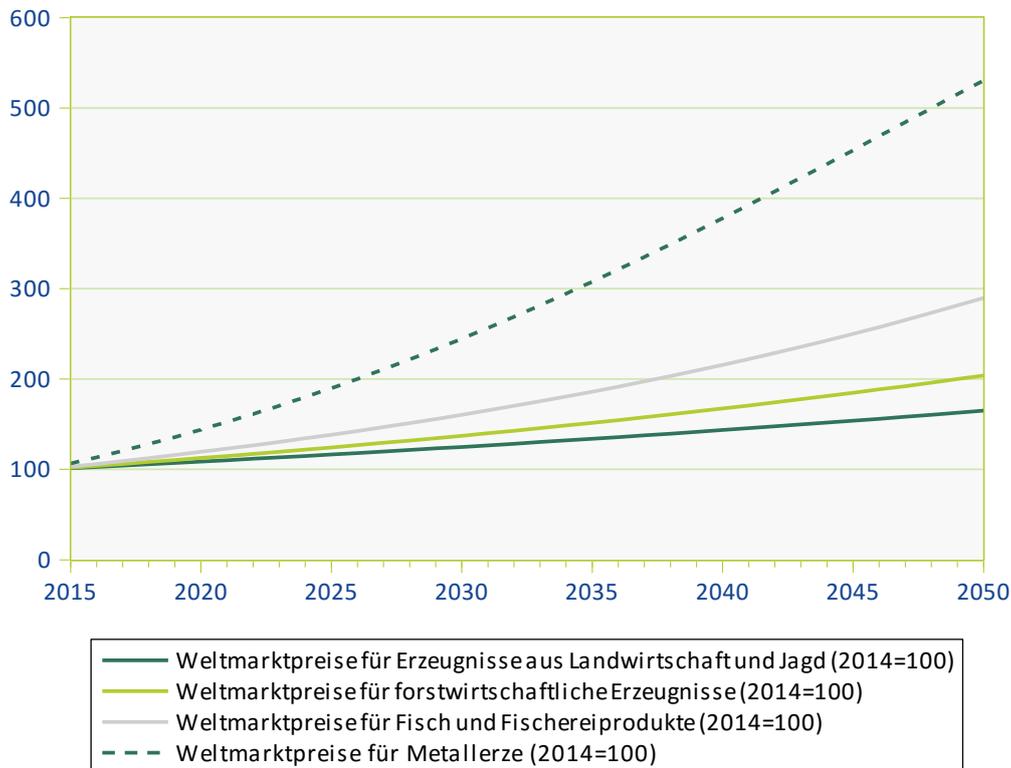


Abbildung 6: Nicht-energetische Weltmarktpreise in den PolRes Szenarien (Index 2014=100)

Quelle: GINFORS

3. Simulationsaufbau

Das im Rahmen dieser Vertiefungsstudie analysierte Modellexperiment wurde zweistufig konzipiert. Auf der ersten Stufe wurden 68 Einzelsimulationen zur Abschätzung der Effekte bei Besteuerung einzelner Gütergruppen durchgeführt. Dieser Analyseschritt ist notwendig, um diejenigen Gütergruppen zu identifizieren, bei denen es möglich scheint, mittels nationaler Gütersteuern Reduktionen des globalen Rohstoffverbrauchs herbeizuführen.⁷ Auf der anschließenden zweiten Stufe werden für die zuvor identifizierten Gütergruppen weiterführende simultane Modellexperimente zur Abschätzung der Effekte unterschiedlicher Steuer- und Kompensationssätze gerechnet.

Weiterführende Annahmen sowie die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Durchführung der verschiedenen Gütersteuersimulationen werden auf den folgenden Seiten übersichtlich zusammengestellt. Die auf Basis dieses Simulationsaufbaus generierten Simulationsergebnisse finden sich im anschließenden Kapitel 4.

⁷ Im globalen Kontext kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden, dass eine nationale Besteuerung einzelner Gütergruppen lediglich internationale Produktionsverlagerungen und damit einhergehende globale Einkommens- und Reboundeffekte initiiert. Die Simulationsstudien der ersten Stufe dienen dazu, diese Risiken abzuschätzen.

3.1. Simulationsstudie I

Auf der ersten Stufe werden die Effekte einer zusätzlichen Verbrauchssteuer in Höhe von 10% auf sämtliche Güter einer einzeln ausgewählten Gütergruppe betrachtet. Das Modell GINFORS₃ unterscheidet 59 Gütergruppen, von denen in vorbereitenden Analysen insgesamt 34 als vorwiegend materialrelevant identifiziert wurden. Eine übersichtliche Zusammenstellung dieser Gütergruppen findet sich in Tabelle 1.⁸

In jedem Simulationsexperiment wird davon ausgegangen, dass die Besteuerung im Jahr 2015 eingeführt wird. Der unterstellte Steuersatz von 10% wird dabei grundsätzlich sowohl auf den Vorleistungseinsatz als auch auf den Endverbrauch der betrachteten Gütergruppe zusätzlich zu sonstigen Steuern und Abgaben erhoben. Da ein steuerlicher Grenzausgleich unterstellt wird, bleiben deutsche Exporte allerdings von dieser zusätzlichen Besteuerung ausgenommen. Importe der betrachteten Gütergruppe nach Deutschland unterliegen hingegen ebenfalls dem simulierten Gütersteuersatz von 10%.

Zur Kompensation des zusätzlichen Steueraufkommens werden zwei alternative Optionen betrachtet. Variante a) kann dabei als Beitrag zur Diskussion der Gestaltungsmöglichkeiten unterschiedlicher Steuersätze unter Ressourceneffizienzaspekten interpretiert werden. In dieser Variante werden die Einnahmen durch die zusätzliche Gütersteuer dazu genutzt, potenziell „ressourcenleichte“ Dienstleistungen zu subventionieren. Der resultierende Effekt ist daher qualitativ vergleichbar mit einer Anhebung der Umsatzsteuer auf die ausgewählte Gütergruppe bei gleichzeitiger Absenkung der Umsatzsteuersätze auf die subventionierten Dienstleistungen.⁹ Hierzu wird das zusätzliche Steueraufkommen modellendogen bestimmt und diese gesamte Subventionssumme daraufhin (wiederum modellendogen) gleichmäßig auf zuvor ausgewählten Dienstleistungen aufgeteilt. Variante a) zielt somit auf eine möglichst umfassende Lenkungswirkung veränderter Relativpreisrelationen ab. Die von den Kompensationszahlungen profitierenden Dienstleistungen können Tabelle 2 entnommen werden.

⁸ Spalte 1 in Tabelle 1 enthält eine fortlaufende Nummer; Spalte 2 beschreibt die gemäß ISIC Rev. 3 verwendete Bereichsnummer.

⁹ Zur Vermeidung von inhaltlichen Missverständnissen sei hierzu noch einmal darauf hingewiesen, dass eine Gütersteuer auf sämtliche Verwendungsarten (inklusive Vorleistungslieferungen) modelliert wird. Im Vergleich zur aktuellen Umsatzsteuersystematik werden in den Simulationsexperimenten allerdings keine Verrechnungsmöglichkeiten bereits gezahlter Vorsteuerbeträge unterstellt. Die quantitativen Ergebnisse können folglich nicht unmittelbar mit konkreten Umsatzsteuersätzen assoziiert werden.

59 Gütergruppen (ISIC Rev. 3)		
1	1	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd
2	2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen
3	5	Fische und Fischereierzeugnisse
4	10	Kohle und Torf
5	11	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung
6	12	Uran- und Thoriumerze
7	13	Erze
8	14	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse
9	15	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke
10	16	Tabakerzeugnisse
11	17	Textilien
12	18	Bekleidung
13	19	Leder und Lederwaren
14	20	Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)
15	21	Papier, Pappe und Waren daraus
16	22	Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger
17	23	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt und Brutstoffe
18	24	Chemische Erzeugnisse
19	25	Gummi- und Kunststoffwaren
20	26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
21	27	Metalle und Halbzeug daraus
22	28	Metallerzeugnisse
23	29	Maschinen
24	30	Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen
25	31	Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.
26	32	Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte, elektronische Bauelemente
27	33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren
28	34	Kraftwagen und Kraftwagenteile
29	35	Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u.a.)
30	36	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u.ä.
31	37	Sekundärrohstoffe
32	40	Energie (Strom, Gas) und Dienstleistungen der Energieversorgung
33	41	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung
34	45	Bauarbeiten

Tabelle 1: In den Steuersimulationen betrachtete materialrelevante Gütergruppen

59 Gütergruppen (ISIC Rev. 3)		
38	55	Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen
43	64	Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen
44	65	Dienstleistungen der Kreditinstitute
45	66	Dienstleistungen der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)
46	67	Dienstleistungen des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes
47	70	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens
48	71	Dienstleistungen der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)
49	72	Dienstleistungen der Datenverarbeitung und von Datenbanken
50	73	Forschungs- und Entwicklungsleistungen
51	74	Unternehmensbezogene Dienstleistungen
52	75	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
53	80	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen
54	85	Dienstleistungen des Gesundheits-, Veterinär und Sozialwesens
55	90	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- und sonstige Entsorgungsleistungen
56	91	Dienstleistungen von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä.
57	92	Kultur-, Sport- und Unterhaltungsdienstleistungen
58	93	Sonstige Dienstleistungen
59	95	Dienstleistungen privater Haushalte

Tabelle 2: Subventionierte Dienstleistungen im Kompensationsansatz a)

Ergänzend wird außerdem eine Kompensationsvariante b) betrachtet, bei welcher der direkte Mittelzufluss des Staates auf Basis der Besteuerung durch eine gleichwertige Senkung der Sozialabgaben der privaten Haushalte kompensiert wird. Im Vergleich zu Variante a) profitieren in diesem Fall also lediglich die Beschäftigten von den Kompensationszahlungen. Das zusätzliche Steueraufkommen wird wiederum modellendogen bestimmt, woraufhin eine kompensierende Absenkung der Bruttoarbeitskosten durchgeführt wird. Als direkter Effekt ist daher eine Steigerung des verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte zu erwarten.

Um den Komplexitätsgrad dieses Modellexperiments möglichst übersichtlich zu halten, beziehen sich sämtliche Berechnungen auf das Umfeldszenario in Anlehnung an die exogenen SSP1-Vorgaben. Insgesamt werden somit auf Stufe I 68 individuelle Gütersteuersimulationen berechnet (jeweils 2 alternative Kompensationsannahmen für jede der 34 Gütergruppen aus Tabelle 1).¹⁰ Die resultierenden Modellergebnisse finden sich in Abschnitt 4.1 dieses Dokuments.

¹⁰ Eine SSP-spezifische Variation der qualitativen Bedeutung einzelner Gütergruppen im Hinblick auf die Entwicklung der gesamten globalen abiotischen Ressourceninanspruchnahme erscheint eher unwahrscheinlich. Um zu gewährleisten, dass sich der Rechenaufwand der Analysestufe I in einem angemessenen Rahmen bewegt, wurde daher auf die Durchführung weiterer 68 Simulationsläufe im SSP3-Umfeld verzichtet. Relevante

3.2. Simulationsstudie II

Während Simulationsstudie I lediglich der Identifikation relevanter Ansatzpunkte zur Senkung der globalen abiotischen Rohstoffanspruchnahme mittels Gütersteuern diente, erfolgt in Simulationsstudie II eine vertiefende Betrachtung der Effekte bei simultaner Einführung einer Gütersteuer auf eine gemeinsame Auswahl mehrerer zuvor als signifikant identifizierter Gütergruppen. Diese Analysen dienen einerseits dazu, eventuelle Wechselwirkungen zwischen den zuvor nur individuell betrachteten Ansatzpunkten aufdecken zu können. Andererseits sollen die Gestaltungspotenziale einer solchen Güterbesteuerung umfassender ausgelotet werden.

Für ein ausgewähltes Beispiel fasst Abschnitt 4.2 die Ergebnisse unter beiden Kompensationsvarianten zusammen. Die Ergebnisdarstellung muss dabei als illustrative Abbildung der potenziellen Gestaltungsmöglichkeiten einer umfassenden Güterbesteuerung verstanden werden. Da im Rahmen der hier beschriebenen Analysen insgesamt 34 alternative Gütergruppen als grundsätzliche Kandidaten einer Güterbesteuerung zur Reduktion der abiotischen Rohstoffanspruchnahme angesehen wurden (vgl. hierzu Tabelle 1), ließen sich kombinatorisch 2^{34} alternative Gütersteuervarianten betrachten. Somit wären über 17 Mrd. Simulationen zu berechnen, um aus der Gesamtzahl aller potenziell betrachtenswert erscheinenden Variationen eine optimale Kombination auszuwählen. Ließe sich eine einzelne Simulation in lediglich einer Sekunde berechnen, würde es gut 500 Jahre dauern, um sämtliche Kombinationsvarianten zu evaluieren. Diese Vorgehensweise konnte daher für die hier betrachteten Analysen nicht ernsthaft in Erwägung gezogen werden.

Methodisch muss angemerkt werden, dass sich in Situationen, in welchen eine vollständige Evaluation sämtlicher Handlungsalternativen aufgrund der Komplexität des Optimierungsproblems nicht durchführbar ist, oftmals heuristische Optimierungsverfahren bewähren (Winker & Gilli, 2004) (Gilli & Schumann, 2012). Entsprechende Techniken wurden vom Autor dieses Papiers auch bereits im Kontext der Modellselektion erfolgreich umgesetzt (Maringer & Meyer, 2008). Zur Evaluation alternativer GINFORS-Simulationsergebnisse wurde bislang allerdings noch keine heuristische Methode implementiert. Da es nicht Aufgabe dieser Vertiefungsanalyse war, entsprechende methodische Weiterentwicklungen voranzutreiben, verbleibt entsprechender Forschungsbedarf für die Zukunft.

Neben den soeben angesprochenen methodischen Herausforderungen stellt sich zudem die inhaltliche Frage nach Auswahl der zu optimierenden Zielfunktion. Aus thematisch eng verwandten eigenen Vorarbeiten ist bspw. bekannt, dass bei einer Reduktion des Vorleistungs-Materialverbrauchs je nach Anwendungsfall insgesamt positive oder aber negative gesamtwirtschaftliche Effekte auftreten können (Distelkamp & Meyer, 2014). Auch die Diskussion der Ergebnisse aus Simulationsstudie I wird verdeutlichen, dass die bei Simulation alternativer Gütersteuern beobachtbaren Reduktionen der globalen abiotischen Rohstoffanspruchnahme von qualitativ unterschiedlichen ökonomischen Entwicklungen begleitet werden können.

Informationsverluste sind hierdurch nicht zu befürchten, da die nachfolgende Analysestufe II die identifizierten Gütergruppen sowohl im SSP1- als auch im SSP3-Umfeld gemeinsam evaluiert werden.

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse der Simulationsstudie I

4.1.1. Relevante Ansatzpunkte zur Einführung von Gütersteuern

		Variante a), Subventionen	Variante b), Sozialbeiträge
Index ¹¹	Gütergruppe	Δ Material	Δ Material
2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	-2,8	-2,2
4	Kohle und Torf	-1,7	-1,1
5	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung	-338,1	-323,7
8	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	-179,1	-178,4
9	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke	-33,2	-2,8
10	Tabakerzeugnisse	-2,9	-2,5
12	Bekleidung	-13,3	-5,2
14	Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren	-9,5	-5,9
16	Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger	-2,4	
17	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt und Brutstoffe	-45,0	-26,8
19	Gummi- und Kunststoffwaren	-6,0	
20	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden	-19,6	-14,4
22	Metallerzeugnisse	-38,7	-23,8
23	Maschinen	-74,8	-54,7
30	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u.ä.	-30,6	-21,6
32	Energie (Strom, Gas) und Dienstleistungen der Energieversorgung	-106,4	-94,5
33	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung	-3,4	-1,9
34	Bauarbeiten	-137,0	-108,9
	Summen	-1044,5	-868,4

Tabelle 3: Ausgewählte Gütergruppen und durchschnittliche Reduktionen der global genutzten abiotischen Rohstoffinanspruchnahme (Mio. t) bei unterschiedlichen Kompensationsvarianten

Quelle: Eigene Berechnungen

Dieser Abschnitt präsentiert eine Übersicht derjenigen Gütergruppen, bei denen die Modellsimulationen einen kurz- bis mittelfristigen Effekt der Einführung einer Gütersteuer auf die

globale Rohstoffinanspruchnahme anzeigen. Um diese Analysen in einer angemessenen Bearbeitungszeit durchführen zu können, bleibt die Ergebnisauswertung auf den Zeitraum 2015 bis 2020 beschränkt. Betrachtete Zielgröße ist die gesamte global genutzte abiotische Rohstoffinanspruchnahme. Sofern diese bei Simulation einer ausgewählten Gütersteuer im Durchschnitt der Jahre 2015 bis 2020 niedriger als in der SSP1-Baseline ausfällt, wird die entsprechende Gütergruppe als relevanter Ansatzpunkt zur Einführung von Gütersteuern angesehen. Die gemäß dieser Einordnung resultierenden Befunde wurden in Tabelle 3 zusammengefasst.¹²

Um den Berichtsumfang dieser Analyse übersichtlich zu gestalten, wird an dieser Stelle zunächst für eine exemplarisch ausgewählte Simulation näher auf die zugrundeliegenden Modellergebnisse eingegangen.

Detaillierte Einzelfallbetrachtung am Beispiel des Maschinenbaus

Der Maschinenbau repräsentiert nach dem Fahrzeugbau (welcher sich nicht in Tabelle 3 wiederfindet aber in Abschnitt 4.1.2 ergänzend betrachtet wird) den zweitgrößten Wirtschaftsbereich der deutschen Industrie. Im Jahr 2012 wurden im Maschinenbau 15,7% der gesamten Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes erwirtschaftet (Statistisches Bundesamt (a), 2015). Im Jahr 2014 summierten sich die Exporte deutscher Maschinenbauprodukte auf gut 166 Mrd. € bei gleichzeitigen Importen in Höhe von rund 70 Mrd. €. Dieser Exportüberschuss repräsentiert den zweithöchsten individuellen Beitrag zum deutschen Außenbeitrag, welcher wiederum lediglich vom Fahrzeugbau übertroffen wurde (Statistisches Bundesamt (b), 2015), (Statistisches Bundesamt (c), 2015).

Zur Einordnung der wesentlichen Effekte einer Güterbesteuerung ist ein näherer Blick auf die entsprechenden Nachfragestrukturen hilfreich. Im hier betrachteten Fall der deutschen Volkswirtschaft zeigt sich, dass annähernd 53% sämtlicher nachgefragter Maschinenbauprodukte exportiert werden (sämtliche Zahlenangaben dieses Absatzes beziehen sich jeweils auf (Statistisches Bundesamt (c), 2015)). Als zweitwichtigste Nachfragekomponente erweisen sich inländische Vorleistungslieferungen, welchen gut ein Viertel der insgesamt verwendeten Maschinenbauprodukte zugeordnet werden können. An dritter Stelle rangieren die Anlageinvestitionen, welche über 18% der gesamten Verwendung repräsentieren. Die weiteren in der amtlichen Statistik berichteten Nachfragekomponenten (Vorratsveränderungen und privater Konsum) erscheinen im Vergleich zu den zuvor genannten Verwendungskomponenten eher unbedeutend.

¹¹ Der Gütergruppenindex bezieht sich jeweils auf die fortlaufende Nummer der Gütergruppe in Spalte 1 der Tabelle 13 im Anhang.

¹² Um Missverständnisse bei der Interpretation dieser Ergebnisse zu vermeiden sei darauf hingewiesen, dass die Gütergruppe der Uran- und Thoriumerze in der zugrundeliegenden Modelldatenbank nicht besetzt ist. Daher konnten für diese Gütergruppe auch keine eigenständigen Ergebnisse generiert werden.

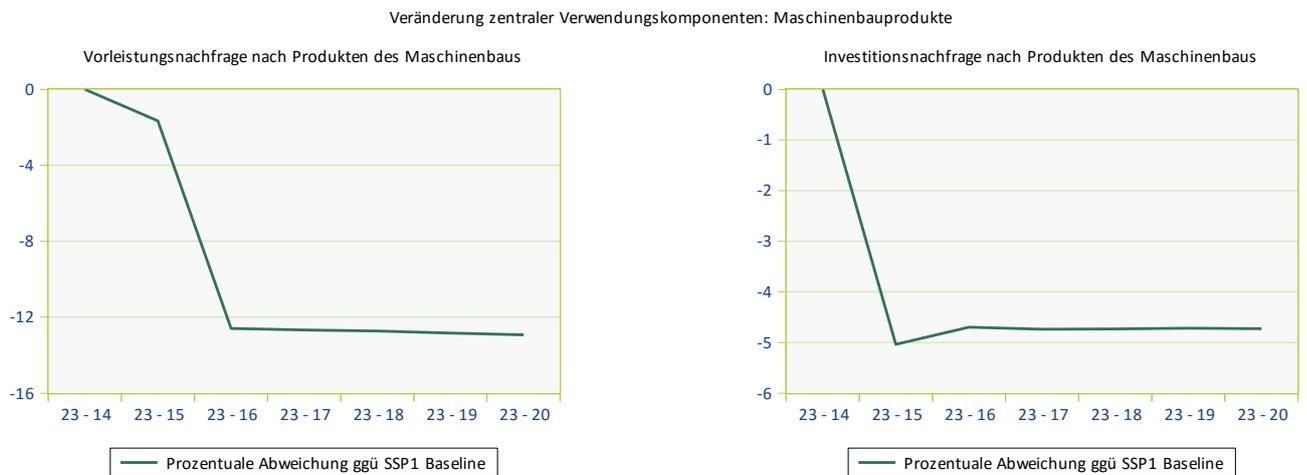


Abbildung 7: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, Entwicklung zentraler Verwendungskomponenten
Quelle: Eigene Berechnungen

Für zwei der zuvor genannten wesentlichen Verwendungskomponenten von Maschinenbauprodukten in Deutschland wurden in Abbildung 7 die entsprechenden Simulationsergebnisse zusammengefasst. Abgebildet ist jeweils die prozentuale Veränderung der preisbereinigten Verwendungskomponente im Vergleich zur SSP1-Baselineentwicklung im Zeitraum 2014 bis 2020. Die Beschriftung der Abszisse kennzeichnet dabei (wie in sämtlichen Abbildungen dieses Abschnitts) den in dem entsprechenden Simulationslauf betrachteten Gütergruppenindex (hier: 23=Maschinenbau, vgl. Tabelle 13) sowie die letzten beiden Ziffern des abgebildeten Simulationsjahres. Zu erkennen ist, dass die Vorleistungsnachfrage nach Produkten des Maschinenbaus offensichtlich eine starke Preiselastizität aufweist (linke Grafik der Abbildung 7). Bei der Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte in Höhe von 10% deuten die Simulationsergebnisse auf einen mittelfristig resultierenden Gesamtrückgang der Vorleistungsnachfrage nach Maschinenbauprodukten in Höhe von ca. 13% hin. Neben dem Einfluss der Preiselastizität muss allerdings beachtet werden, dass der beobachtete Gesamtrückgang der Vorleistungsnachfrage selbstverständlich auch sekundären Effekten von Veränderungen der Endnachfrage unterliegt. Mit Blick auf die rechte Grafik der Abbildung 7 kann diesbezüglich ein annähernd 5%iger Rückgang der Investitionsnachfrage beobachtet werden.



Abbildung 8: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, Entwicklung des Außenbeitrags

Quelle: Eigene Berechnungen

Ergänzend erlaubt Abbildung 8 eine Abschätzung der resultierenden außenwirtschaftlichen Effekte. Vorleistungsinduzierte Kostensteigerungen lassen den deutschen Exportpreis für Maschinenbauprodukte bis 2020 um ca. 4% im Vergleich zur Baseline ansteigen (linke Grafik der oberen Reihe in Abbildung 8). Bei der Betrachtung der Importpreise fällt auf, dass die zusätzliche Steuerlast in Höhe von 10% lediglich teilweise auf die Güterpreise überwälzt wird (rechte Grafik der oberen Reihe in Abbildung 8). Dennoch sind die beobachteten Importpreissteigerungen mit annähernd 6,5% höher als die zuvor angesprochenen deutschen Exportpreissteigerungen.

Insgesamt resultieren hieraus mittelfristig positive gesamtwirtschaftliche Effekte für den deutschen Außenbeitrag. Das im Handel mit Maschinenbauprodukten generierte nominale Exportvolumen steigt mittelfristig um 1,6% an (linke untere Grafik), während die korrespondierenden nominalen Importe um 3,5% zurückgehen. Ein Teil der gesamtwirtschaftlichen Kosten der Besteuerung kann somit auf das Ausland abgewälzt werden.



Abbildung 9: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, industriespezifische Effekte

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Mengeneffekte sind allerdings für sämtliche Nachfragekomponenten negativ. Daher wird für die deutsche Maschinenbauindustrie insgesamt ein mittelfristiger Rückgang der realen Bruttoproduktion von über 3% im Vergleich zur SSP1-Baseline ausgewiesen (linke Grafik in der oberen Reihe der Abbildung 9).

Die Stückkosten steigen hierbei kurzfristig um annähernd 6% im Vergleich zur SSP1-Baseline und liegen auch im Jahr 2020 noch 4,7% oberhalb ihres SSP1-Referenzwertes (rechte Grafik in der oberen Reihe der Abbildung 9). Die Stückkostendynamik ist einerseits definitorisch auf den zuvor angesprochenen Outputrückgang zurückzuführen, unterliegt jedoch weiteren individuellen Kosteneinflüssen. Wie der linken Grafik der unteren Reihe in Abbildung 9 entnommen werden kann, steigen die nominalen Vorleistungskosten der Maschinenbauindustrie kurzfristig um über 3,5%. Dieser Kostenanstieg kann aber in den Folgejahren zumindest teilweise kompensiert werden. Im Jahr 2020 liegen die gesamten Vorleistungskosten der Maschinenbauindustrie daher lediglich knapp 1,6% oberhalb ihres SSP1-Referenzwertes.

Mittelfristig kann hierbei ein deutlicher Substitutionseffekt beobachtet werden. Für das Jahr 2020 werden in der Steuersimulation annähernd 20 Mio. zusätzliche geleistete Arbeitsstunden im Maschinenbau projiziert. Wie aus der rechten Grafik der unteren Reihe in Abbildung 9 ersichtlich wird, steigen hierdurch allerdings auch die nominalen Arbeitskosten des Maschinenbaus bis zum Jahr 2020 um annähernd 1% im Vergleich zur SSP1-Baselineentwicklung.

Dieser Substitutionseffekt wird unmittelbar durch die in der hier betrachteten Simulation unterstellten Kompensationsvariante initiiert (Senkung der Lohnnebenkosten). Der resultierende Anstieg der Arbeitskosten verweist zudem auf das Potenzial für weitergehende indirekte Beschäftigungseffekte der Güterbesteuerung: Da sämtliche Vorleistungslieferungen von Maschinenbauprodukten der Besteuerung unterliegen, entsteht in der betroffenen Industrie ein signifikanter ökonomischer Anreiz zur Erhöhung der Fertigungstiefe. Bislang extern bezogene Produktionsinputs werden mittelfristig durch eigene Produktion ersetzt, wodurch die Beschäftigung ansteigt und der ursprüngliche Anstieg der Vorleistungskosten mittelfristig gedämpft wird. Während der resultierende Arbeitsmarkteffekt ökonomisch eindeutig positiv zu bewerten ist, ist aus ressourcenpolitischer Perspektive anzumerken, dass im Vergleich zu einer Besteuerung des Materialgehalts im Sinne einer Materialinputsteuer hierdurch relativ schwächere Anreize zur unmittelbaren Dematerialisierung der Produktionsprozesse gesetzt werden.

Eine Auswahl der beobachtbaren makroökonomischen Effekte stellt Abbildung 10 zusammen. Da bei der hier betrachteten Kompensationsvariante der Faktor Arbeit von bisherigen Kosten entlastet wird und diese Entlastung primär den privaten Haushalten zufließt, sei zunächst das real verfügbare Einkommen der privaten Haushalte betrachtet. Wie aus der linken Grafik in der oberen Reihe der Abbildung 10 ersichtlich ist, steigt dieses kurzfristig um ca. 1% an. Bis zum Jahr 2020 erhöht sich dieser Einkommenszuwachs auf über 1,3% im Vergleich zur SSP1-Baseline. Dieser Einkommenszuwachs lässt auch die privaten Konsumausgaben ansteigen (rechte Grafik in der oberen Reihe von Abbildung 10). Hiermit einhergehende gesamtwirtschaftliche Multiplikatorprozesse führen mittelfristig zu einem Anstieg des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts von mehr als 0,4% (linke Grafik in der unteren Reihe von Abbildung 10), wobei gleichzeitig ein mittelfristiger Rückgang der globalen abiotischen Rohstoffinanspruchnahme in einer durchschnittlichen Größenordnung von annähernd 10 Mio. Tonnen zu beobachten ist.

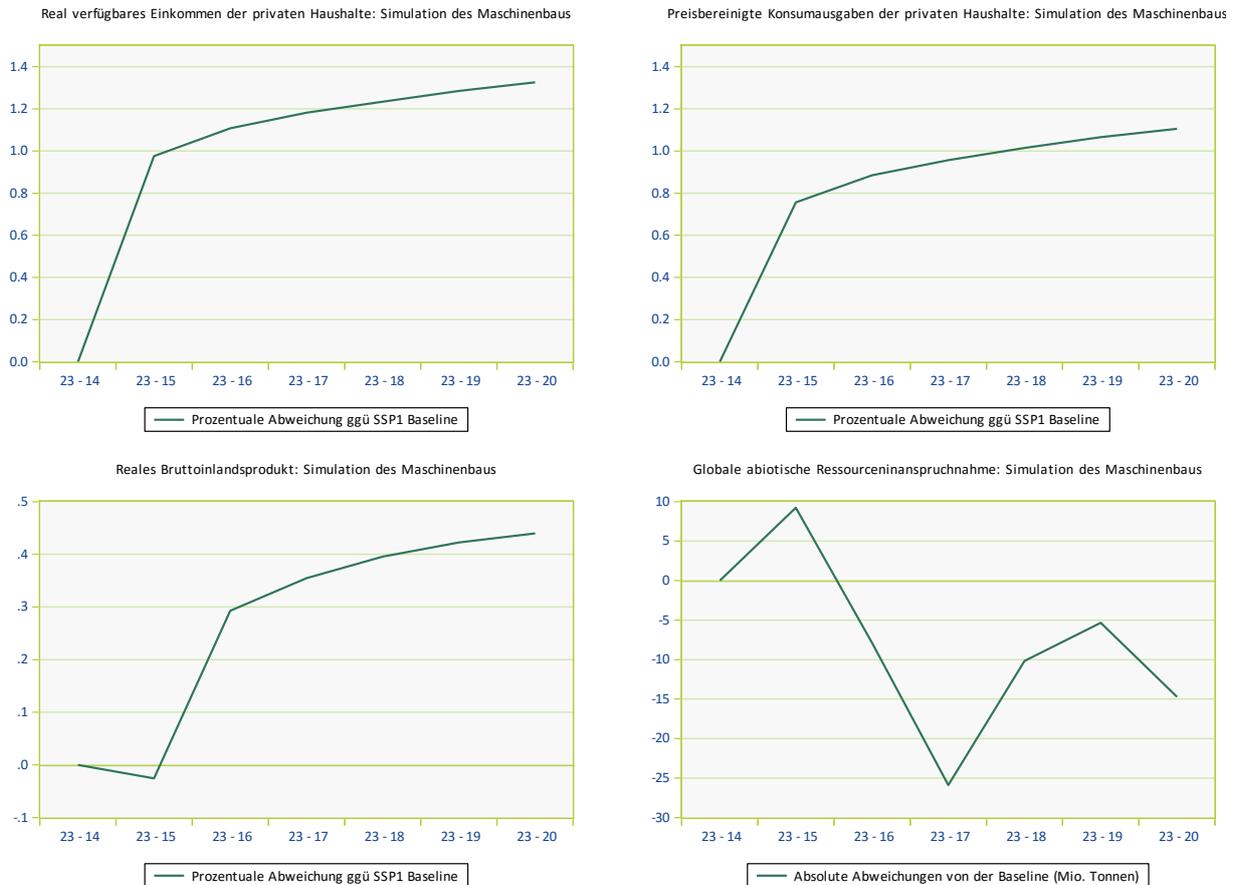


Abbildung 10: Simulation einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte, makroökonomische Effekte
Quelle: Eigene Berechnungen

4.1.2. Exemplarische Diskussion möglicher Fehlwirkungen

Dieser Abschnitt dient der kritischen Diskussion der soweit vorgestellten Ergebnisse. Zwei Aspekte werden hierbei betrachtet. Einerseits soll mit Blick auf die nicht ausgewählten Gütergruppen veranschaulicht werden, dass für diese Ergebnisse verschiedene dynamische Rebound Effekte verantwortlich sein können, welche in den jeweiligen Modellsimulationen umfassend berücksichtigt werden. Andererseits ist darauf hinzuweisen, dass nicht jeder ausgewiesene Rückgang der abiotischen Rohstoffinanspruchnahme von gesamtwirtschaftlich wünschenswerten Entwicklungen begleitet wird.

4.1.2.1. Einkommens- und Substitutionseffekte

Tabelle 3 fasste lediglich diejenigen Ergebnisse zusammen, bei denen eine Simulation der individuellen Besteuerung einer ausgewählten Gütergruppe zu einer Reduktion der global genutzten abiotischen Rohstoffextraktionen führte. Sofern diese angestrebte Wirkung in den Simulationen nicht beobachtet werden konnte, kommen in erster Linie vier mögliche Ursachen als Auslöser dieses Rebound Effektes in Betracht: Nationale Einkommenseffekte durch gesteigerte Wertschöpfung im Inland. Globale Einkommenseffekte durch gesteigerte Wertschöpfung im Ausland. Substitutionseffekte, bei denen die

Nachfrage nach dem besteuerten Gut durch ressourcenintensivere Alternativen ersetzt wird, bzw. Leakage Effekte in der Form, dass die betrachtete Gütergruppe in Deutschland (im globalen Vergleich) relativ ressourceneffizient hergestellt wird. Im letztgenannten Fall werden durch eine nationale Verteuerung dieser Güter globale Nachfragesubstitutionseffekte zu weniger ressourceneffizient hergestellten internationalen Wettbewerbsprodukten initiiert.¹³

Auf Basis empirisch geschätzter Elastizitäten werden diese Effekte in jeder Modellsimulation grundsätzlich berücksichtigt. Welcher Effekt im Einzelfall allerdings in erster Linie ursächlich für ein Verfehlen des Senkungsziels ist, kann an den vorliegenden Ergebnissen allerdings nicht ohne weitergehende Analyse abgelesen werden. Der für eine vollständige Evaluation sämtlicher individueller Ursachen der Nicht-Wirkung einzelner Gütersteueransätze notwendige Aufwand kann im vorgegebenen Analyserahmen nicht gerechtfertigt werden. So wäre bspw. für eine nähere Abschätzung der Auswirkungen globaler Einkommenseffekte eine individuelle Betrachtung der Wertschöpfungsbeiträge ausgewählter Gütergruppen in den Nationalökonomien der jeweiligen Handelspartner notwendig. Zur hinreichenden Evaluation von Substitutions-, bzw. Leakage Effekten wären zudem weitergehende Auswertungen notwendig, welche eine Berechnung des spezifischen Rohstoffbedarfs ausgewählter Gütergruppen auf der Ebene individueller Nationalstaaten erlauben.¹⁴ Die nachfolgenden Anmerkungen bemühen sich stattdessen um eine exemplarische Vorstellung der in den Simulationsrechnungen modellendogen abgebildeten Einkommens- und Substitutionseffekte.

Detaillierte Einzelfallbetrachtung am Beispiel des Fahrzeugbaus

Im Abschnitt 4.1.1 wurde am Beispiel der Simulationsergebnisse bei Besteuerung des Maschinenbaus eine exemplarische Wirkungskette zur Senkung des Rohstoffbedarfs durch Einführung einer Gütersteuer vorgestellt. Ergänzend sei an dieser Stelle vorgestellt, welche Effekte dazu führen können, dass diese Zielsetzung im Einzelfall nicht erreicht wird. Beispielhaft werden hierzu die Simulationsergebnisse für den deutschen Fahrzeugbau betrachtet.

¹³ Während die deutschen Exporte in sämtlichen Simulationen keiner direkten Gütersteuer unterliegen, wird (wie bereits an der beispielhaften Betrachtung des Maschinenbaus deutlich wurde) die Wettbewerbssituation der Exporteure durch die Verteuerung ihrer Vorleistungsinputs selbstverständlich beeinflusst. Hieraus resultiert in sämtlichen Simulationen ein Anstieg der deutschen Exportpreise.

¹⁴ Entsprechende Modellentwicklungen werden derzeit von der gws aktiv vorangetrieben, können aber zum Zeitpunkt der PolRess-Berichterstattung noch nicht genutzt werden, da diese Weiterentwicklungen des GINFORS-Modells im Rahmen des UFOPLAN-Vorhabens „Modelle, Potenziale und Langfristszenarien für Ressourceneffizienz“ (SimRess, FKZ: 3712 93 102) erfolgen, dessen Projektlaufzeit erst im Herbst 2016 endet.

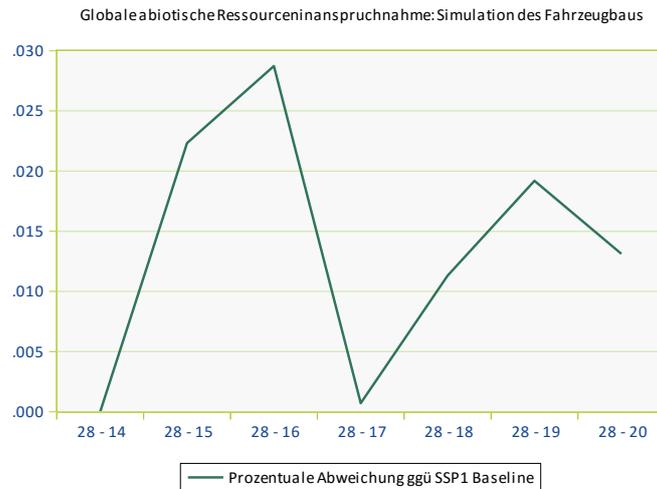


Abbildung 11: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, Auswirkungen auf die global genutzte abiotische Rohstoffinanspruchnahme

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 11 verdeutlicht, dass in der entsprechenden Gütersteuersimulation in jedem Jahre im Vergleich zur Baseline höhere Werte der internationalen abiotischen Rohstoffinanspruchnahme berechnet werden. Eine nationale Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile würde ihre ressourcenpolitische Zielsetzung insgesamt also deutlich verfehlen. Auf den folgenden Seiten soll dargestellt werden, wie dieses (im Vergleich zur Simulation des Maschinenbaus qualitativ vollkommen gegensätzliche) Ergebnis zustande kommt.

Im Jahr 2014 betrug die deutsche Exportquote von Personenkraftwagen und Nutzfahrzeuge bis 6 t 74,6%.¹⁵ Mit dieser Kennziffer steuert die deutsche Automobilindustrie den höchsten Beitrag zum gesamten deutschen Außenbeitrag bei (Statistisches Bundesamt (b), 2015). Als Schlüsselindustrie der deutschen Wirtschaft erwirtschaftet sie hierbei gut 17% der gesamten Wertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes (Statistisches Bundesamt (d), 2015). Gleichzeitig agiert die deutsche Automobilindustrie in einem stark internationalisierten Umfeld. Bei Ausfuhren von Kraftwagen und Kraftwagenteile in Höhe von gut 203 Mrd. € beliefen sich die deutschen Einfuhren dieser Gütergruppe im Jahr 2014 auf knapp 87 Mrd. € (Statistisches Bundesamt (b), 2015). Letztgenannte Summe repräsentiert dabei annähernd 9% sämtlicher deutscher Importausgaben des Jahres 2014.

In diesem globalen Marktumfeld lohnt bei der Betrachtung der gesamtwirtschaftlichen Effekte einer deutschen Gütersteuer auf Kfz zunächst wiederum ein näherer Blick auf die außenwirtschaftlichen Entwicklungen. Hierzu veranschaulicht Abbildung 12 die kurz- bis mittelfristige Entwicklung des

¹⁵ Quelle: (Verband der Automobilindustrie, 2015). Angaben für schwere Nutzfahrzeuge werden nicht ausgewiesen.

deutschen Außenhandels mit Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen in der GINFORS Simulation nach Einführung einer 10%igen Gütersteuer auf Kraftfahrzeuge und Kraftfahrzeugteile im Jahr 2015.

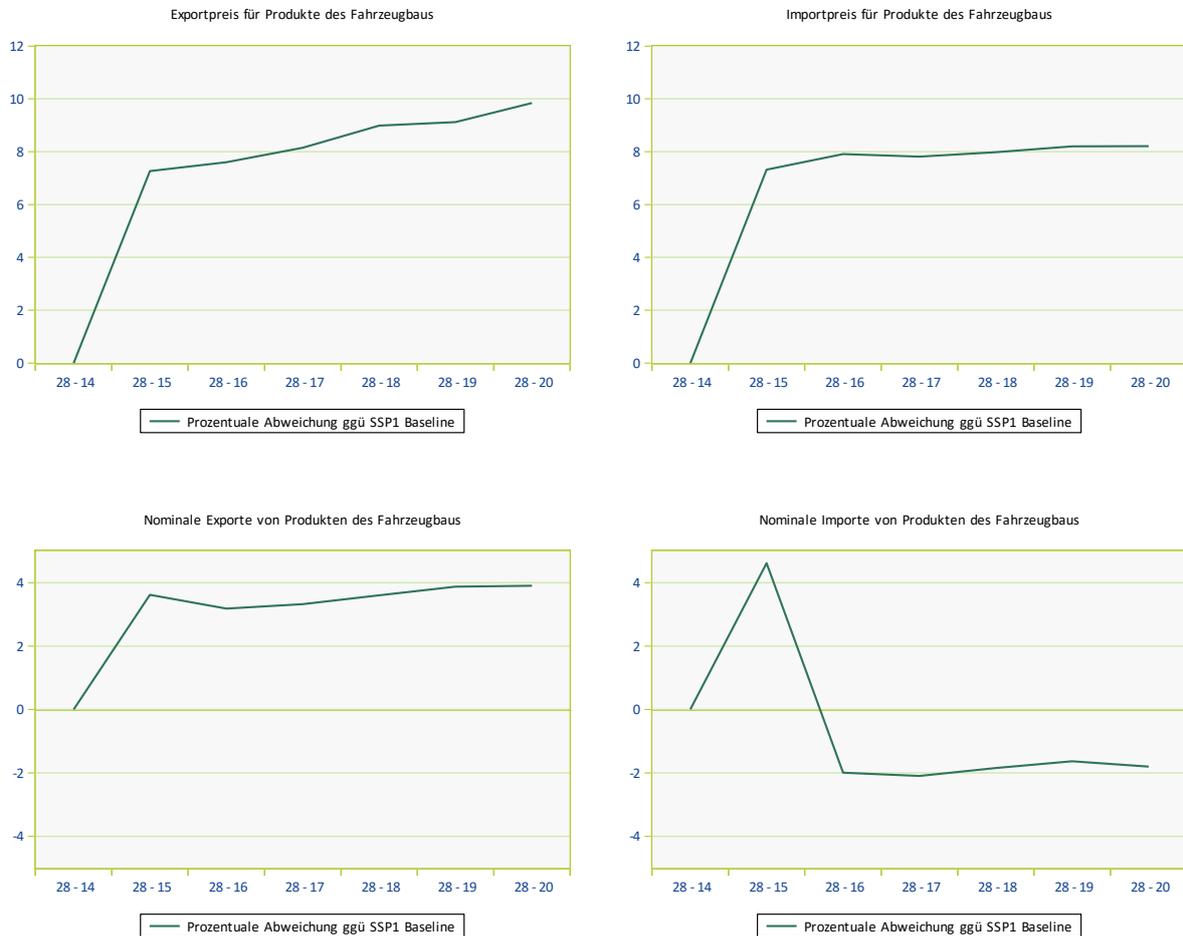


Abbildung 12: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, außenwirtschaftliche Effekte

Quelle: Eigene Berechnungen

Auch in dieser Simulation ist offensichtlich ein Großteil der ökonomischen Steuerlast letztendlich vom Ausland zu tragen. Dieser Befund ist auf eine relativ geringe Preiselastizität der internationalen Exportnachfrage nach deutschen Kraftfahrzeugzeugnissen zurückzuführen. Wie Abbildung 12 entnommen werden kann, fallen die Preissteigerungen für nach Deutschland importierte Fahrzeugbauprodukte (rechte Grafik in der oberen Abbildungsreihe) in der Simulation mittelfristig tendenziell geringer aus als die Preissteigerungen für aus Deutschland exportierte Kraftfahrzeugbauprodukte (linke Grafik der oberen Abbildungsreihe). Die Exportpreissteigerungen resultieren hierbei aus den Kostensteigerungen der Vorleistungsinputs für in Deutschland produzierte Kraftfahrzeuge. Wären die Preiselastizitäten der internationalen Exportnachfrage identisch mit jenen der deutschen Importnachfrage, müssten sich die deutschen Ausfuhren mittelfristig schwächer als die korrespondierenden Einfuhren entwickeln.

Stattdessen deuten die Simulationsergebnisse darauf hin, dass die (nominalen) deutschen Ausfuhren von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (linke Zeitreihe in der unteren Abbildungsreihe) mittelfristig um annähernd 4% im Vergleich zur Baseline ansteigen. Gleichzeitig reduzieren sich die (nominalen) Einfuhren von Kraftwagen und Kraftwagenteilen nach Deutschland (rechte Zeitreihe der unteren Abbildungsreihe) mittelfristig um ca. 2% gegenüber der Referenzentwicklung. Unter Verweis auf den markanten Anteil des deutschen Fahrzeugbaus am internationalen Premiumsegment erscheint dieser außenwirtschaftliche Effekt nicht unplausibel.¹⁶

Gleichzeitig werden die im Inland anfallenden Steuereinnahmen vollständig kompensiert. Für den Fall der Kompensation über eine Senkung der Lohnnebenkosten werden in Abbildung 13 zentrale makroökonomische Simulationsergebnisse zusammengefasst. Wie sich zeigt, steigt das real verfügbare Einkommen der privaten Haushalte in diesem Simulationssetting mittelfristig um ca. 1,6% im Vergleich zur Baseline an (linke Grafik der oberen Abbildungsreihe). Dieser Einkommenseffekt führt zu einem Anstieg der preisbereinigten gesamtwirtschaftlichen Konsumausgaben der privaten Haushalte um ca. 1,4% (rechte Grafik der oberen Abbildungsreihe). Dieser positive Nachfrageeffekt ist wesentlich für den beobachtbaren Anstieg des preisbereinigten Bruttoinlandsprodukts um annähernd 0,5% im Vergleich zur Baseline (rechte Grafik der unteren Abbildungsreihe), welcher (im Zusammenspiel mit der unterstellten Absenkung der Arbeitskosten) die Zahl der Beschäftigten in Deutschland um annähernd 1,2% im Vergleich zur Baseline ansteigen lässt (linke Grafik der unteren Abbildungsreihe).

Zusammengefasst lassen sich in dieser Simulation somit deutliche ökonomische Einkommenseffekte im Inland erkennen, welche die zuvor kommentierten Beobachtungen in der Simulation des Maschinenbaus jeweils übertreffen. Allerdings können die beobachteten qualitativen Unterschiede im Hinblick auf die Rohstoffinanspruchnahme nicht allein durch Variationen in den Einkommenseffekten zwischen beiden Simulationen hinreichend erklärt werden.

Um die in beiden Simulationen unterschiedlichen Wirkungen auf die Rohstoffinanspruchnahme detaillierter nachzuvollziehen, wird auf Abbildung 14 verwiesen. Für in den jeweiligen Simulationen unmittelbar besteuerte Nachfragekomponenten werden in der oberen Grafik die historischen inländischen Umsatzvolumina des Jahres 2011 in Mrd. € ausgewiesen. Bei Betrachtung dieser Grafik muss zunächst darauf hingewiesen werden, dass sich die hier abgebildeten Umsätze im Fall der Kraftwagen und Kraftwagenteile auf ca. 220 Mrd. € summieren. Für Maschinenbauprodukte beträgt

¹⁶ Vgl. hierzu bspw. (Böhler-Baedeker, Dispan, & Meißner, 2010, S. 20): „Ein Spezifikum der deutschen Pkw-Produktion ist die hohe Konzentration auf das sogenannte Premiumsegment, das sich durch eine geringere Preiselastizität der Nachfrage auszeichnet. Unter Premium werden hochwertige (technologisch und komfortbezogen) Fahrzeuge verstanden, über die viele Neuentwicklungen und Innovationen in die Massensegmente diffundieren. Das Center Automotive Research der Universität Duisburg schätzt für das Jahr 2010 bei einem Pkw-Weltmarktvolumen von 57,14 Millionen Einheiten einen Anteil des Premiumsegments von 5,35 Millionen Einheiten (9,4 Prozent) – davon kommen von deutschen Herstellern 3,91 Millionen Einheiten und damit 73,1 Prozent aller weltweit verkauften Premiumfahrzeuge.“

dieser historische Wert ca. 120 Mrd. €. Im Fall der Maschinenbauprodukte wird somit eine deutlich geringere Steuerbasis adressiert.



Abbildung 13: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, makroökonomische Gesamteffekte in Deutschland

Quelle: Eigene Berechnungen

Auf Basis dieser historischen Daten kann zudem festgestellt werden, dass lediglich im Fall der Kraftwagen und Kraftwagenteile signifikante direkte Substitutionseffekte in der Konsumnachfrage zu erwarten sind. Der weitergehende inhaltliche Vergleich der Simulationsergebnisse wird sich daher auf die simulierten Strukturveränderungen der privaten Konsumnachfrage konzentrieren.

Die übrigen Verwendungskomponenten kennzeichnen im Vergleich keine derart deutlichen qualitativen Unterschiede. Für beide Gütergruppen kann der Vorleistungsnachfrage eine zentrale Bedeutung für die gesamte inländische Nachfrageentwicklung zugesprochen werden. Die inländischen Vorleistungsinputs von Maschinenbauprodukten summieren sich dabei zu ca. 50% des entsprechenden Umsatzvolumens von Kraftwagen und Kraftwagenteilen. Für die durch eine Besteuerung der Vorleistungsinputs ausgelösten indirekten gesamtwirtschaftlichen Effekte kann daher erwartet werden, dass diese im Fall der Kraftwagen und Kraftwagenteile tendenziell stärkere Wirkungen zeigen.

Im Bereich der Anlageinvestitionen übersteigt das Nachfragevolumen für Maschinenbauprodukte jenes der Kraftwagen und Kraftwagenteile. Ein markanter qualitativer Unterschied scheint für diese Verwendungskomponente zwischen den beiden Gütergruppen allerdings nicht beobachtbar zu sein.

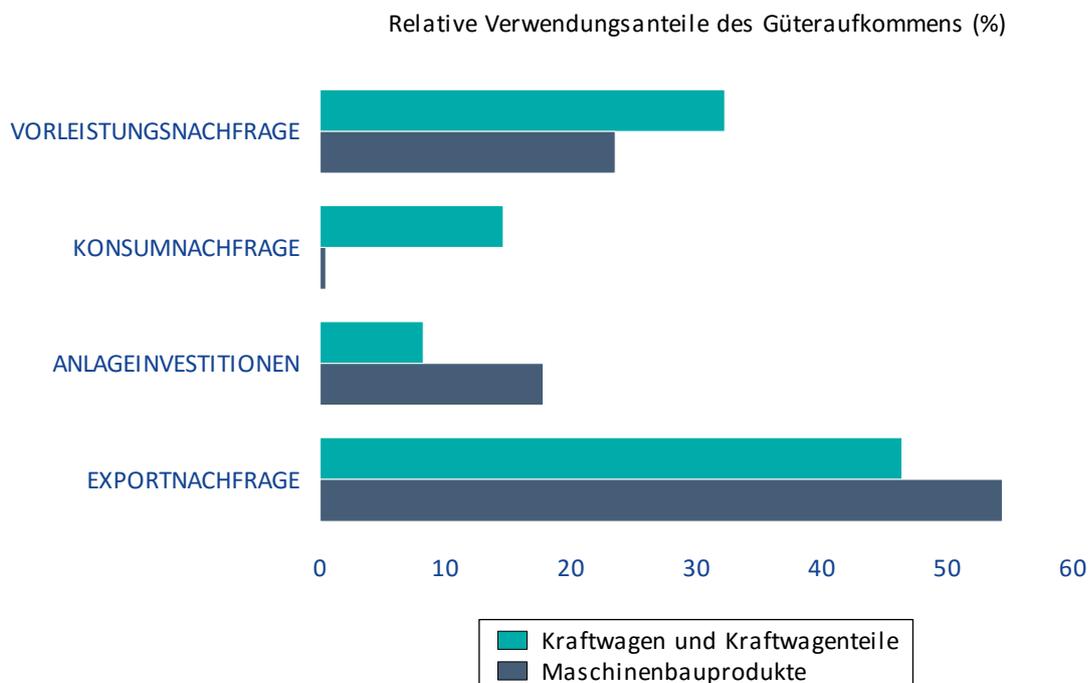
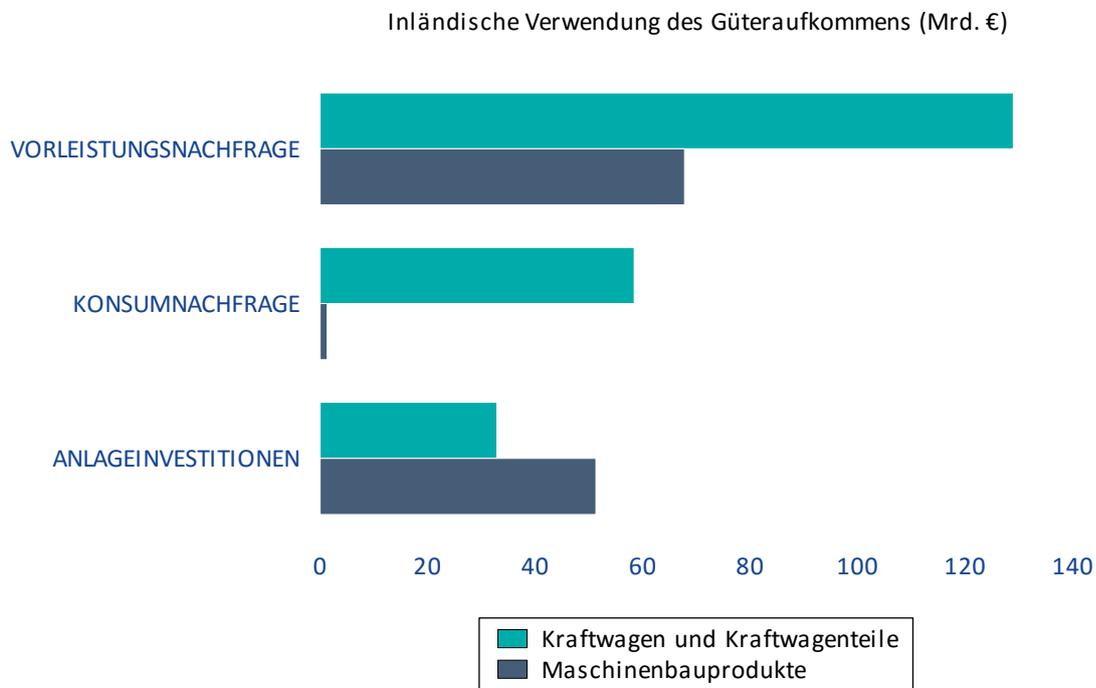


Abbildung 14: Inländische Verwendungsstrukturen des Jahres 2011 im Vergleich.

Quelle: (Statistisches Bundesamt (e), 2015)

Die untere Grafik ergänzt diese Informationen um eine nachrichtliche Darstellung der relativen Verwendungsanteile (inklusive Exportanteile) des inländischen Güteraufkommens. Dieser Darstellung kann insbesondere noch einmal entnommen werden, dass das gesamte inländische Aufkommen beider Gütergruppen überwiegend exportiert wird. Der Exportanteil der Maschinenbauprodukte übersteigt dabei den Exportanteil der Kraftwagen und Kraftwagenteile um ca. 8%-Punkte. Da in den Simulationen Exporte von einer expliziten Besteuerung ausgeschlossen werden, erfasst die Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile somit im Vergleich zur Steuer auf Maschinenbauprodukte auch im relativen Vergleich höhere Umsatzanteile.

Für beide Gütergruppen gilt zudem, dass die gesamte inländische Vorleistungsnachfrage jeweils die zweitgrößte Verwendungskomponente darstellt. Mit ca. 32% übersteigt der Anteil der Vorleistungsnachfrage im Fall der Kraftwagen und Kraftwagenteile denjenigen der Maschinenbauprodukte um annähernd 9%-Punkte. Auf inländische Anlageinvestitionen, welche im Fall der Maschinenbauprodukte die dritt wichtigste Verwendungskomponente darstellen, entfallen im Fall der Kraftwagen und Kraftwagenteile lediglich 8% des gesamten inländischen Güteraufkommens. Wesentliche qualitative Unterschiede zeigen sich wiederum bei der Bedeutung der Konsumnachfrage. Während die inländische Konsumnachfrage aus Sicht des Maschinenbaus eher von vernachlässigbarer Bedeutung ist, können ca. 15% der Umsätze mit Kraftwagen und Kraftwagenteilen dieser Verwendungskomponente zugeordnet werden.¹⁷

Zum Abschluss dieses Abschnitts erfolgt daher eine weitergehende Betrachtung der Konsumententwicklungen in beiden Simulationsläufen. Für die Simulation der Kraftwagen und Kraftwagenteile wurden in Abbildung 15 die am deutlichsten beobachtbaren Veränderungen der Konsumstruktur privater Haushalte in Deutschland zusammengestellt. Abgebildet sind die fünf stärksten preisbereinigten absoluten Abweichungen (in Mrd. €) von der Baseline im Simulationsjahr 2020. Neben dem erwartbaren Rückgang der Nachfrage nach Kraftwagen und Kraftwagenteilen ist insbesondere ein deutlicher Anstieg der privaten Konsumnachfrage nach Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens zu beobachten.

Dieses Charakteristikum der Modellsimulation ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass Kraftwagen und Kraftwagenteile keine relevanten Vorleistungen im Produktionsbereich der Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens repräsentieren. Die steuerinduzierte Verteuerung der Kraftwagen und Kraftwagenteile zeigt daher keine direkten Effekte auf die Vorleistungskosten des Grundstücks- und Wohnungswesens. Gemäß Modellstruktur unterscheiden sich die Preisentwicklungen für Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens daher nicht nennenswert von ihrem Baselineverlauf. Im Gegensatz hierzu ist bspw. im direkt betroffenen Produktionsbereich der Kraftwagen und Kraftwagenteile aufgrund des hohen Anteils Sektor-interner

¹⁷ Die hier abgebildete Konsumnachfrage repräsentiert dabei das Aggregat aus den Konsumausgaben privater Haushalte im Inland, den Konsumausgaben privater Organisationen ohne Erwerbszweck sowie den Konsumausgaben des Staates.

Vorleistungslieferungen ein deutlicher Anstieg der Vorleistungskosten zu beobachten, welcher deutliche Preissteigerungen initiiert.

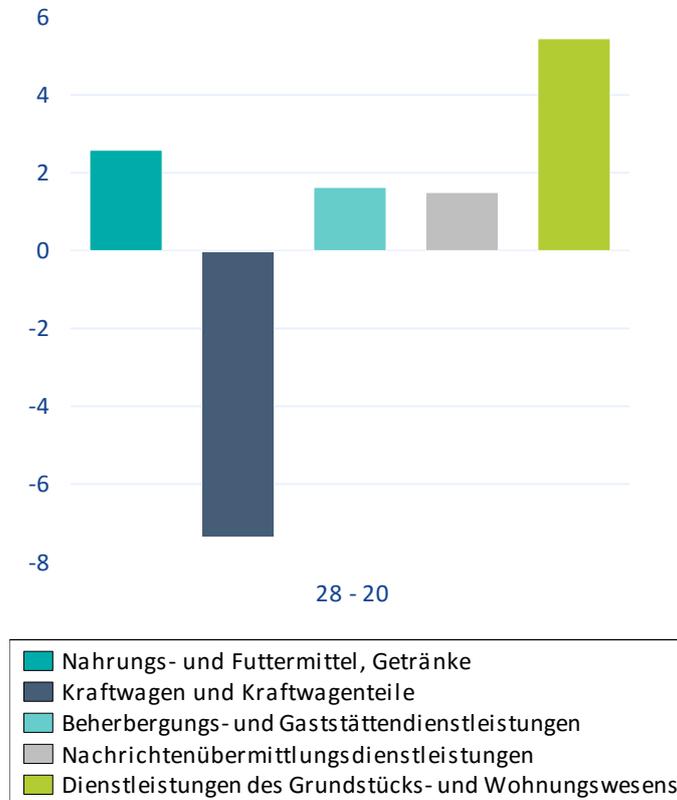
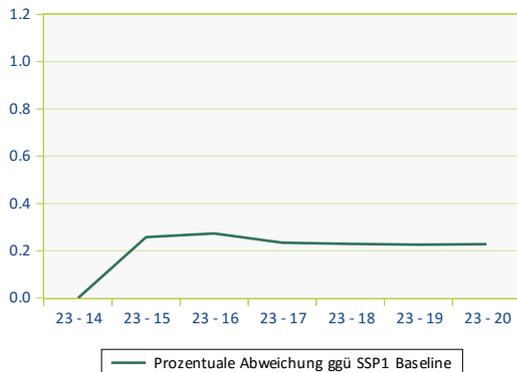


Abbildung 15: Simulation einer Gütersteuer auf Kfz, Veränderungen der makroökonomischen Konsumstruktur (Mrd. €)
Quelle: Eigene Berechnungen

Zur Einordnung der quantitativen Bedeutung dieser Effekte zeigt Abbildung 16 die in beiden Gütersteuersimulationen resultierenden Veränderungen des gesamtwirtschaftlichen Konsumgüterpreisindex. Wie sich zeigt, wird im Fall einer Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile ein aggregierter Anstieg der Konsumgüterpreise in Höhe von ca. 1,1% simuliert (rechte Grafik der Abbildung 16).

Der linken Grafik dieser Abbildung kann entnommen werden, dass auch bei einer Besteuerung von Maschinenbauprodukten grundsätzlich ähnliche Preiseffekte initiiert werden. Da aber der direkte Effekt auf die Konsumnachfrage eher vernachlässigbar ist, resultieren vorleistungsinduzierte Kosteneffekte lediglich in einem Anstieg der aggregierten Konsumgüterpreise um ca. 0,2%. Der zuvor erläuterte Effekt einer Vergünstigung der Preisrelationen zwischen Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens und anderen Konsumverwendungen tritt daher in den Simulationsergebnissen der Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile wesentlich deutlicher zutage.

Makroökonomischer Konsumentenpreisindex Simulation des Maschinenbaus



Makroökonomischer Konsumentenpreisindex Simulation des Fahrzeugbaus

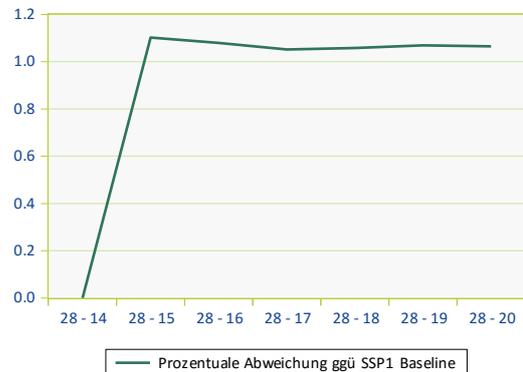


Abbildung 16: Veränderungen der gesamtwirtschaftlichen Konsumgüterpreise.

Quelle: Eigene Berechnungen

Abbildung 17 verdeutlicht diesen Effekt mit einer Darstellung der simulierten preisbereinigten Anstiege der Konsumnachfrage nach Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens in Relation zum gleichzeitig beobachtbaren Anstieg des real verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte. Die jeweiligen Kurvenverläufe wurden in %-Punkten skaliert und erlauben daher eine Aussage darüber, wie viele Cents eines zusätzlichen real verfügbaren Euros in den jeweiligen Simulationen von privaten Haushalten für zusätzliche Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens ausgegeben werden.

Während in beiden Simulationen ein Anstieg dieser Ausgabenkategorie beobachtet werden kann, reagiert diese im Fall einer Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile deutlich dynamischer (rechte Grafik): Im Jahr 2020 werden in dieser Simulation über 21% des im Vergleich zur Baseline zusätzlich real verfügbaren Einkommens von den privaten Haushalten für zusätzliche Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens ausgegeben.

Zur quantitativen Einordnung dieser Effekte kann darauf verwiesen werden, dass beispielsweise im Jahr 2014 ca. 18% des Konsumbudgets der privaten Haushalte für tatsächliche und unterstellte Mietzahlungen sowie die Instandhaltung und Reparatur von Wohnungen ausgegeben wurden (Statistisches Bundesamt (d), 2015). Diese Ergebnisse erscheinen daher durchaus plausibel, zumal der historischen Betrachtung auch eine langfristige Tendenz zur überproportionalen Verwendung von Einkommenssteigerungen für Wohndienstleistungen entnommen werden kann.¹⁸

¹⁸ Zur Einkommenselastizität der Wohnnachfrage siehe bspw. auch (Plattner, 2008, S. 37): „Generell haben Bezieher höherer Einkommen höhere Wohnansprüche – dies bezieht sich sowohl auf die Fläche als auch auf die Ausstattung der Wohnung. Bei der Betrachtung im Zeitablauf stellt sich heraus: Bislang waren die Bundesbürger stets bereit, einen überproportionalen Anteil ihres Einkommenszuwachses für Wohnungen aufzuwenden.“

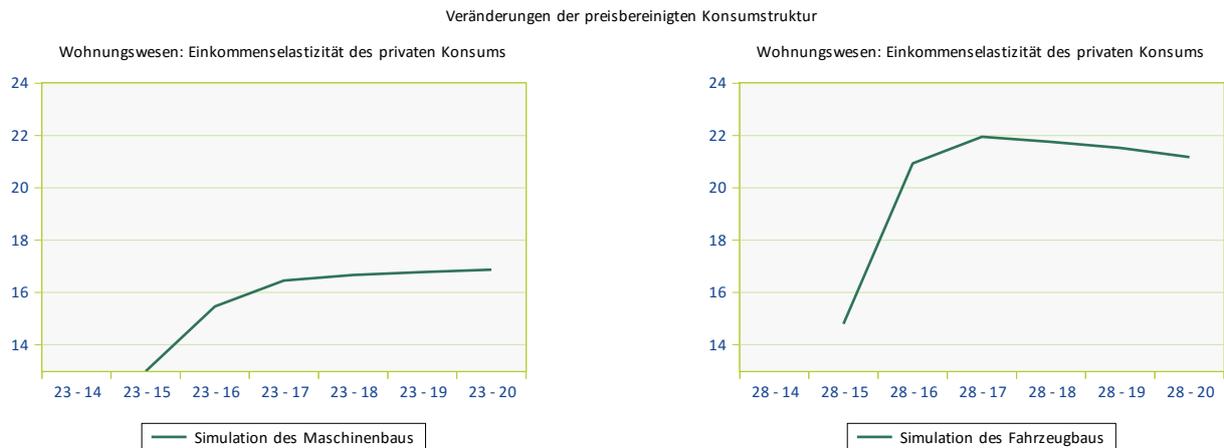


Abbildung 17: Veränderungen der Konsumnachfrage nach Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens im Vergleich.

Quelle: Eigene Berechnungen

Da zudem aufgrund der höheren Steuerbasis in der Simulation der Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile ein im Vergleich zur Simulation der Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte größerer Anstieg des verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte modelliert wird, resultiert hieraus insgesamt auch eine erhöhte Nachfrage nach Baumaterialien. Hierzu sei abschließend auf Abbildung 18 verwiesen, welche für das Jahr 2020 die absoluten Abweichungen der globalen Rohstoffnutzung für die Materialkategorien der nicht-metallischen Mineralien (Bau- und Industriemineralien) sowie der Metallerze in der Steuersimulation für Kraftwagen und Kraftwagenteile ausweist. Während die mittelfristig simulierte Veränderung der globalen Extraktionen von Metallerzen in diesem Vergleich eher insignifikant erscheint, ist für die Kategorie der nicht-metallischen Mineralien ein absoluter Anstieg in einer Größenordnung von 6,5 Mio. t zu beobachten.

Zur Einordnung dieses Simulationsergebnisses kann auf aktuelle Angaben des Umweltbundesamtes zum Primärrohstoffeinsatz Deutschlands verwiesen werden.¹⁹ Demnach summierte sich im Jahr 2010 der deutsche RMI für Bau- und Industriemineralien auf 704 Mio. t. Der in Abbildung 18 ausgewiesene Anstieg von Bau- und Industriemineralien um 6,5 Mio. t repräsentiert ca. 0,9% dieser Gesamtsumme. In Relation zu den zuvor betrachteten ökonomischen Modellergebnissen erscheint diese Entwicklung durchaus plausibel.

¹⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/rohstoffe-als-ressource/inlaendische-entnahme-von-rohstoffen>

Veränderung der abiotischen Rohstoffnutzung: Kfz-Simulation

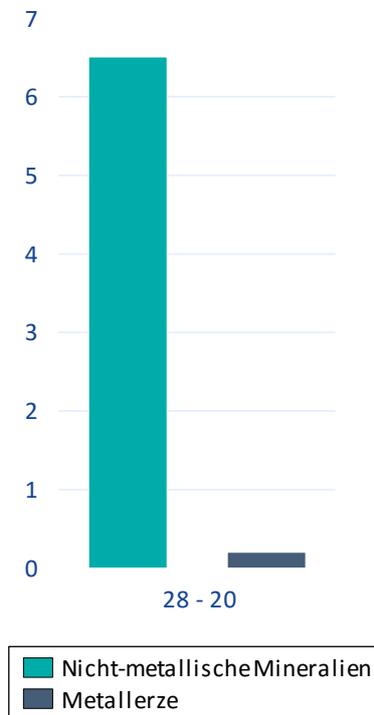


Abbildung 18: Simulierte Veränderungen einzelner Materialkategorien der globalen abiotischen Rohstoffnutzung (Mio. t)
Quelle: Eigene Berechnungen

Abschließend kann somit festgehalten werden, dass in der Simulation einer Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile sowohl Einkommens- als auch Substitutionseffekte darauf hinwirken, dass die abiotische Rohstoffanspruchnahme insgesamt ansteigt. Der direkte Vergleich mit den beobachteten Effekten bei Besteuerung von Maschinenbauprodukten legt dabei nahe, dass insbesondere Strukturveränderungen des privaten Konsums ursächlich dafür sind, dass die angestrebte ressourcenpolitische Zielsetzung bei Einführung einer Gütersteuer auf Kraftwagen und Kraftwagenteile insgesamt verfehlt wird. Bei einer Besteuerung von Maschinenbauprodukten scheinen diese Effekte hingegen vernachlässigbar, da Maschinenbauprodukte keine gesamtwirtschaftlich relevante Verwendungskategorie des privaten Konsums repräsentieren.

Dieser Befund wirft die inhaltliche Frage auf, ob der aggregierte Rohstoffbedarf als valides Maß zur Analyse der Wirksamkeit der jeweiligen Steuersimulationen betrachtet werden kann. Grundsätzlich wird die Besteuerung ausgewählter Gütergruppen jeweils verschiedene Substitutionseffekte auslösen. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Nachfrage nach einzelnen, von der konkreten Besteuerung weniger betroffenen Rohstoffkategorien ansteigt. Auch eine insgesamt beobachtbare Reduktion des abiotischen Rohstoffbedarfs kann daher von partiellen Extraktionssteigerungen einzelner Rohstoffkategorien begleitet werden.

Da zum Zeitpunkt dieser Analyse aber nicht auf allgemein akzeptierte individuelle Zielvorgaben für einzelne Materialkategorien zurückgegriffen werden konnte, müssen die hier vorgestellten Modellexperimente auf eine Analyse des Gesamtaggregats sämtlicher abiotischer Rohstoffe beschränkt bleiben. Weiterführende Analysen, welche eine Gewichtung verschiedener Rohstoffkategorien aufgrund geeigneter Kritikalitätsmaße vornehmen, verbleiben daher für zukünftige Forschungsarbeiten.

4.1.2.2. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen

Während der vorherige Unterabschnitt exemplarisch erläuterte, wie das komplexe Zusammenspiel der in den jeweiligen Simulationen berücksichtigten direkten und indirekten Effekte dazu führen kann, dass eine Besteuerung einzelner Gütergruppen nicht zur Senkung des aggregierten Rohstoffverbrauchs geeignet erscheint, werden an dieser Stelle die Ergebnisse für die zunächst als geeignet ausgewählten Gütergruppen hinsichtlich ihrer gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen näher analysiert. Angesichts der zuvor angesprochenen Einkommenseffekte bei Besteuerung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen ist es intuitiv leicht nachvollziehbar, dass ein ausgewiesener Rückgang der abiotischen Rohstoffinanspruchnahme auch durch negative gesamtwirtschaftliche Einkommenseffekte ausgelöst werden kann. Es ist daher interessant, die Ergebnisübersicht der Tabelle 3 um eine Betrachtung der jeweils simulierten gesamtwirtschaftlichen Einkommenseffekte zu ergänzen. In Abbildung 19 wurden hierzu die Entwicklungen des pro Kopf verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte in den jeweiligen Simulationsläufen zusammengestellt. Das resultierende Balkendiagramm repräsentiert die jeweils über den Zeitraum 2015 bis 2020 akkumulierten Abweichungen des pro Kopf real verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte von der SSP1-Baseline.

Offensichtlich repräsentiert das bereits diskutierte Beispiele einer Gütersteuer auf Maschinenbauprodukte diejenige Simulation, bei der ein Rückgang der globalen Rohstoffinanspruchnahme von der höchsten insgesamt simulierten Steigerung des verfügbaren Einkommens begleitet wird. Im Fall der Maschinenbauprodukte wird für die privaten Haushalte im Zeitraum 2015 bis 2020 ein akkumulierter Anstieg des real verfügbaren pro Kopf Einkommens von etwas mehr als 900€ ausgewiesen (linker Balken der Abbildung).

Die individuelle Simulation einer Gütersteuer auf Nahrungsmittel und Getränke ist hingegen durch einen akkumulierten Rückgang des real verfügbaren pro Kopf Einkommens von etwas mehr als 2500€ gekennzeichnet (rechter Balken der Abbildung). Deutlich negative Einkommenseffekte kennzeichnen ebenfalls die Simulation einer Gütersteuer auf Bekleidungsstücke (zweiter Balken von rechts) sowie die Simulation einer Gütersteuer auf Kokerei- und Mineralölerzeugnisse (dritter Balken von rechts). Gemäß dieser Übersicht würde zudem eine individuelle Besteuerung von Möbeln (und sonstigen Industriegütern) pro Kopf Einkommensverluste in Höhe von annähernd 500€ induzieren (vierter Balken von rechts).

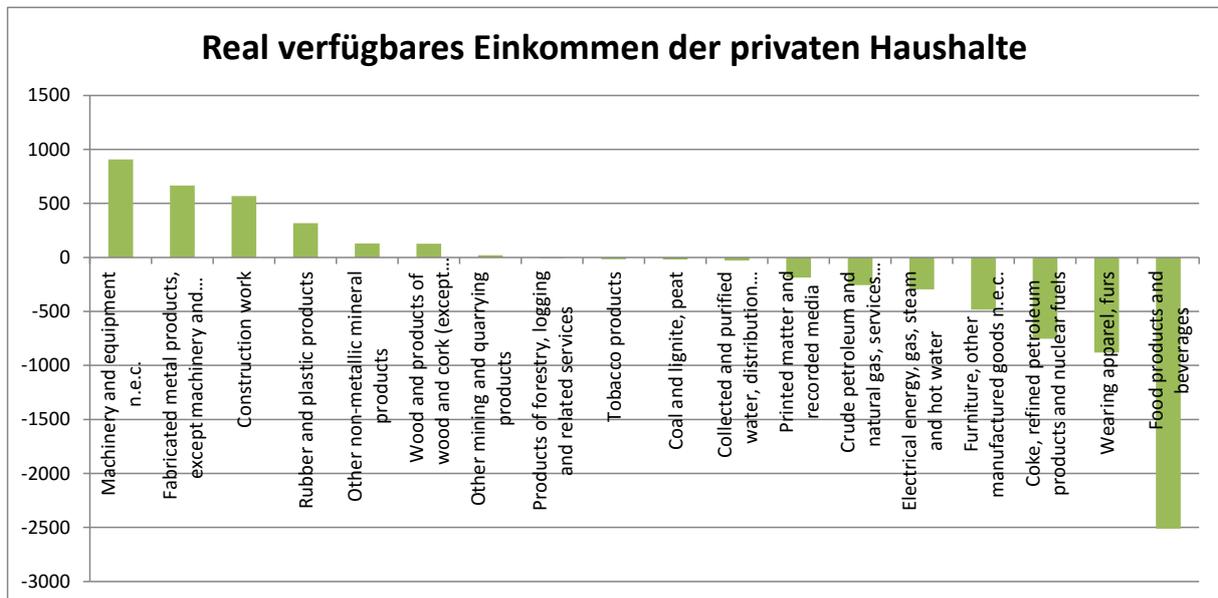


Abbildung 19: Entwicklung des pro Kopf in Preisen von 1995 verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte in den jeweiligen Einzelsimulationen (€).

Quelle: Eigene Berechnungen

Zur näheren Erläuterung wesentlicher Ursachen für eine in den Simulationen beobachtbare Reduktion des verfügbaren Einkommens soll auf den folgenden Seiten das Beispiel der Nahrungsmittel und Getränke näher betrachtet werden. Da die hierbei wirksamen Effekte grundsätzlich bereits zuvor ausführlich beschrieben wurden, bleiben die folgenden Anmerkungen auf eine kompakte Ergebnisübersicht beschränkt. Um die entsprechenden Simulationscharakteristika mit einem nicht durch signifikante Einkommenseffekte geprägten Modellergebnis vergleichen zu können, werden dabei die Resultate der Simulation einer Gütersteuer auf Metallerzeugnisse als weitere Referenz mit vorgestellt.

Detaillierte Einzelfallbetrachtung am Beispiel einer Gütersteuer auf Nahrungsmittel und Getränke

Mit einem langfristigen Anteil von gut 14% (Statistisches Bundesamt (d), 2015) repräsentieren die Ausgaben für Nahrungsmittel, Getränke (und Tabakwaren) eine wesentliche Komponente der gesamten Konsumausgaben privater Haushalte im Inland.²⁰ Einer Substitution dieser Konsumnachfrage sind allerdings offensichtliche natürliche Grenzen gesetzt. Folglich muss im Fall einer allgemeinen Gütersteuer auf Nahrungsmittel und Getränke von einer relativ geringen Preiselastizität ausgegangen werden.

²⁰ Nach den Ausgaben für Wohnzwecke sind die Ausgaben für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren gemäß den Gliederungen der amtlichen Statistik ähnlich bedeutend wie Ausgaben für Verkehr und Nachrichtenübermittlung sowie der zusammengefassten übrigen Verwendungszwecke (Gesundheitspflege, Bildungswesen, Körperpflege, persönliche Gebrauchsgegenstände, Dienstleistungen sozialer Einrichtungen).

Gesamtwirtschaftliche Effekte im Vergleich: Nahrungsmittel und Metallerzeugnisse

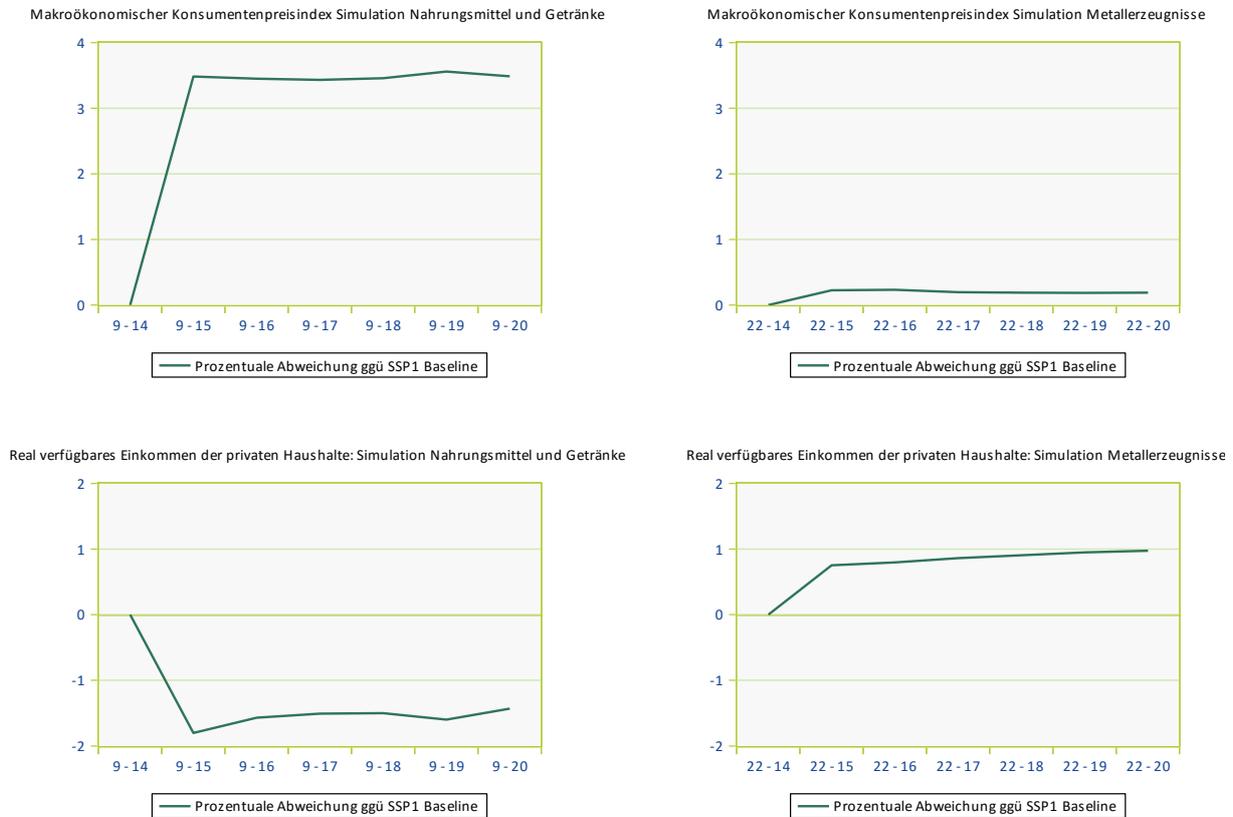


Abbildung 20: Ökonomische Wirkungen von Gütersteuern im Vergleich: Alternative Kompensationswirkungen
Quelle: Eigene Berechnungen

Beide Befunde, ein signifikanter Anteil der ausgewählten Gütergruppe am Gesamtkonsum sowie eine relativ geringe Preiselastizität der privaten Konsumnachfrage nach dieser Gütergruppe, führen im Zusammenspiel dazu, dass bei einer 10%igen Gütersteuer auf Nahrungsmittel und Getränke der volkswirtschaftliche Preisindex des privaten Konsums in Deutschland mittelfristig um ca. 3,5% ansteigt (linke Grafik in der oberen Reihe der Abbildung 20). Das real verfügbare Einkommen der privaten Haushalte sinkt hierdurch unmittelbar.

Die hier betrachtete Kompensationsvariante einer Reduktion der Sozialbeiträge zielt zwar tendenziell wiederum auf eine Steigerung des verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte ab, ist allerdings nicht hinreichend um die realen Einkommensverluste aufgrund des zuvor angesprochenen Preisanstiegs auszugleichen. Das real verfügbare Einkommen der privaten Haushalte rangiert in dieser Simulation auch im Jahr 2020 noch ca. 1,4% unterhalb der SSP1-Baseline Referenz (linke Grafik in der unteren Abbildungsreihe). Die in Tabelle 3 ausgewiesene Reduktion der global verwendeten abiotischen Rohstoffextraktionen – welche zunächst etwas überraschend erscheint, da die hier betrachtete Gütergruppe in erster Linie biotische Rohstoffe in Anspruch nimmt – ist daher letztlich auf ein abgeschwächtes wirtschaftliches Wachstum der deutschen Volkswirtschaft zurückzuführen (siehe hierzu auch Abbildung 21).

Gesamtwirtschaftliche Effekte im Vergleich: Nahrungsmittel und Metallerzeugnisse

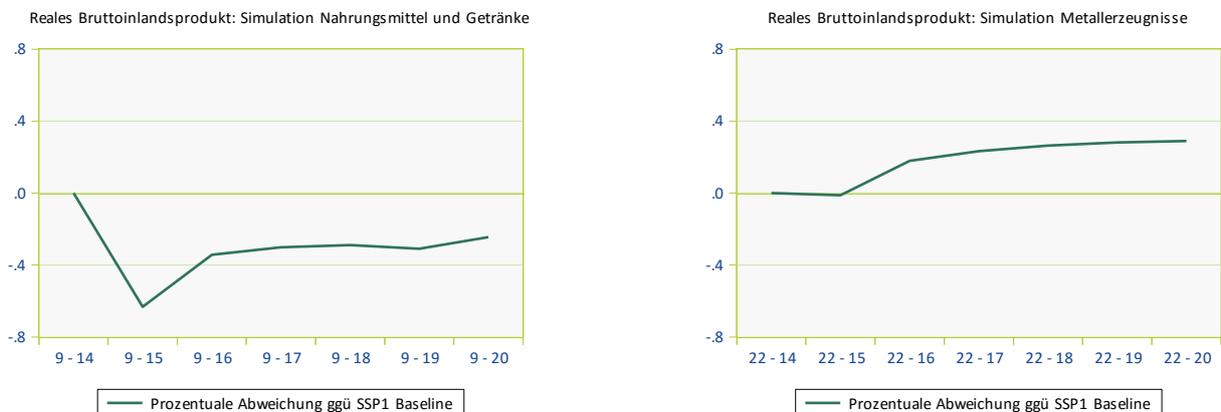


Abbildung 21: Gesamtwirtschaftliche Befunde im Vergleich, Simulationsergebnisse für Nahrungsmittel sowie Metallerzeugnisse

Quelle: Eigene Berechnungen

4.2. Ergebnisse der Simulationsstudie II

4.2.1. Sensitivitätsstudien zur Spezifikation des Simulationsaufbaus

Sämtliche Ergebnisse des Abschnitts 4.1 betrachteten lediglich den Fall, dass eine ausgewählte Gütergruppe mit einer 10%igen Gütersteuer belegt wird. Zudem wurde stets davon ausgegangen, dass sämtliche durch die zusätzliche Besteuerung aufkommenden Mittel im vollen Umfang in den Wirtschaftskreislauf zurück transferiert werden. Diese Vorgehensweise war dadurch gerechtfertigt, dass bislang die Identifikation der für den globalen Rohstoffverbrauch relevanten Gütergruppen im Mittelpunkt der Analyse stand. Auf den folgenden Seiten soll hingegen der weiterführenden Frage zu den Wirkungspotenzialen einer umfassenden Besteuerung auf Basis der bisherigen Befunde nachgegangen werden. Die nachfolgenden Unterabschnitte führen hierzu den exemplarisch simulierten Gütersteuermix ein und diskutieren zudem ergänzende Detailfragen zum Aufbau des Simulationsexperiments.

Simulierter Gütersteuermix

Da die Wahl des betrachteten Gütersteuermixes nicht nach Maßgabe vorgegebener Optimalitätskriterien getroffen werden kann, wird (unter Berücksichtigung der qualitativen Befunde der Abschnitte 4.1.1 und 4.1.2) die Entwicklung des pro Kopf real verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte (in Preisen von 1995) in den jeweiligen Simulationen als weiteres Auswahlkriterium herangezogen. Simulationsergebnisse mit signifikanten Einkommensverlusten sind unter sozialpolitischen Aspekten sicherlich kritisch zu begutachten. Um die Interpretation der nachfolgenden exemplarischen Abschätzung der Effekte eines Gütersteuermixes nicht durch entsprechende sozialpolitische Vorbehalte einzuschränken, wurden die bereits bei Vorstellung von Abbildung 19 genannten Gütergruppen mit den deutlichsten Einkommensreduktionen nicht in den modellierten Gütersteuermix mit aufgenommen.

Berücksichtigte Gütergruppen (ISIC Rev. 3) in den gemeinsamen Gütersteuersimulation		
1	2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen
2	4	Kohle und Torf
3	5	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung
4	8	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse
5	10	Tabakerzeugnisse
6	14	Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)
7	16	Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger
8	19	Gummi- und Kunststoffwaren
9	20	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
10	22	Metallerzeugnisse
11	23	Maschinen
12	32	Energie (Strom, Gas) und Dienstleistungen der Energieversorgung
13	33	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung
14	34	Bauarbeiten

Tabelle 4: Im Gütersteuermix der Simulationsstudie II simultan berücksichtigte Gütergruppen.

Die im Rahmen dieses Abschnitts betrachteten Ergebnisse beruhen daher stets auf einem Simulationsaufbau, in welchem simultan ein einheitlicher zusätzlicher Steuersatz auf sämtliche der in Tabelle 4 aufgeführten Gütergruppen eingeführt wird. Für diesen Versuchsaufbau konnte in vorläufigen Modellstudien die intuitive Vermutung bestätigt werden, dass bei steigenden Gütersteuersätzen auch stärkere Rückgänge der abiotischen Rohstoffinanspruchnahme zu beobachten sind. Sofern keine weiteren Restriktionen zu beachten sind, kann kein methodischer Ansatz zur Auswahl eines optimalen Steuersatzes verfolgt werden. Offensichtlich können (und sollten) bei Auswahl und Festlegung zusätzlicher Optimierungskriterien verschiedenste Aspekte betrachtet werden. Allerdings ist es nicht Aufgabe dieser Vertiefungsanalyse, einen diesbezüglichen Überblick zu erarbeiten, bzw. entsprechende eigenständige Vorschläge auszuarbeiten.

Stattdessen sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit zentrale Aspekte bei einer Einführung von Gütersteuern vorgestellt und abschließend kritisch zusammengefasst werden. In diesem Sinne dient dieser Abschnitt einer explorativen Erkundung der Potenziale einer umfassenden Einführung von Gütersteuern. Die weitere Ergebnisdokumentation beschränkt sich daher auf beispielhafte Simulationen mit einem unterstellten Gütersteuersatz in Höhe von 20%. Die Ergebnisinterpretation erfolgt dabei stets im SSP1- wie auch im SSP3-Umfeld.

Ergänzende konzeptionelle Anmerkungen

Gütersteuern: Sensitivitätsanalyse

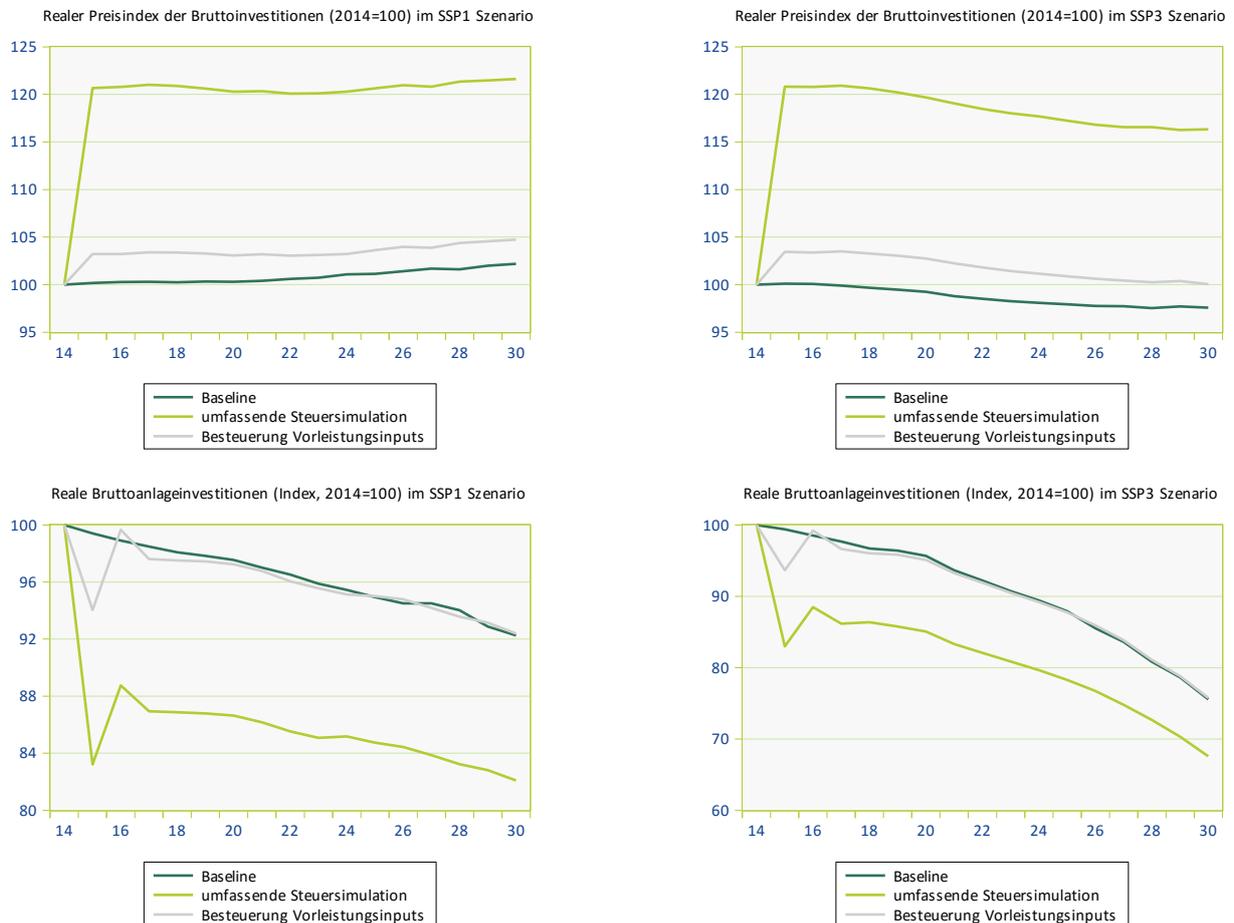


Abbildung 22: Sensitivitätsanalyse, Preisindex der Bruttoinvestitionen und reale Bruttoanlageinvestitionen.

Quelle: Eigene Berechnungen

Die Ergebnisdiskussion der Simulationsstudie I hat am Beispiel des privaten Konsums in der Steuersimulation für Kraftwagen und Kraftwagenteilen darauf hingewiesen, dass einzelnen Verwendungskomponenten eine zentrale Rolle hinsichtlich der insgesamt resultierenden gesamtwirtschaftlichen Effekte zukommen kann. Konzeptionell stellt sich somit die Frage, ob alternative, lediglich auf ausgewählte Verwendungskomponenten angewandte Besteuerungsansätze in der Simulationsstudie II zu qualitativ unterschiedlichen Schlussfolgerungen führen würden. Auf zentrale Befunde entsprechender Sensitivitätsanalysen soll an dieser Stelle kurz eingegangen werden. Betrachtet wird dabei die Variante a (Kompensation des Steueraufkommens durch Subventionszahlungen für potenziell ressourcenleichte Dienstleistungen). Für diese Simulationsvariante wurden zwei Szenarien mit einem Gütersteuersatz von 20% für die in Tabelle 4 aufgeführten Gütergruppen simuliert: Eine umfassende Steuersimulation, welche neben der Vorleistungsnachfrage auch sämtliche Komponenten der Endnachfrage (mit Ausnahme der Exporte) explizit besteuert sowie eine selektive Steuersimulation, bei welcher die Besteuerung lediglich für Vorleistungsinputs eingeführt wird.

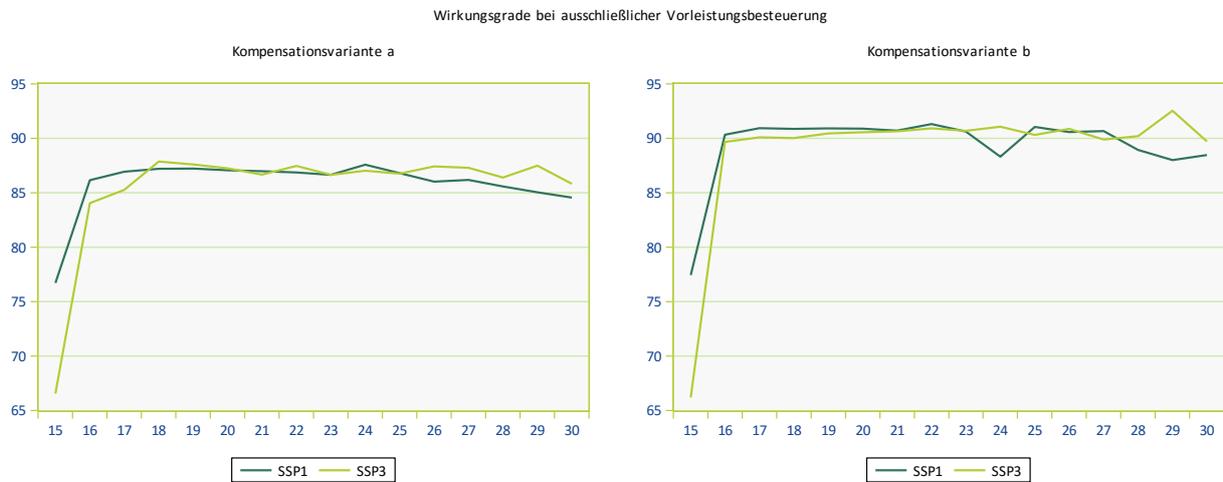


Abbildung 23: Sensitivitätsanalyse, ressourcenspezifische Wirkungsgrade (%) alternativer Gütersteuerkonzeptionen.
Quelle: Eigene Berechnungen

Die Subventionszahlungen für die in Tabelle 2 aufgeführten Dienstleistungen bleiben in der letztgenannten Variante ebenfalls auf Vorleistungsinputs beschränkt, wobei ein höherer Subventionssatz (17,5%) eine (nahezu) aufkommensneutrale Kompensation gewährleistet. Die Resultate bei ausschließlicher Besteuerung und Subventionierung von Vorleistungsinputs werden in diesen Abbildungen jeweils als „Besteuerung Vorleistungsinputs“ gekennzeichnet.

Die obere Reihe der Abbildung 22 zeigt, dass bei einer ausschließlichen Besteuerung der Vorleistungsinputs ein relativ geringer Anstieg der Investitionsgüterpreise erwartet wird. Die realen Bruttoanlageinvestitionen gehen im Einführungsjahr der Besteuerung zunächst zurück, folgen aber langfristig ihren jeweiligen Baselineverläufen (unter Reihe der Abbildung 22). Im Vergleich hierzu steigt der Investitionsgüterpreis in der umfassenden Steuersimulation (welche u.a. auch die explizite Besteuerung der Investitionsnachfrage nach den betroffenen Gütergruppen beinhaltet) dauerhaft deutlich an. Dieser andauernde Preisanstieg initiiert einen starken Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Investitionstätigkeit (unter Reihe der Abbildung 22).

Der Einbruch der Investitionstätigkeit in der umfassend konzipierten Steuersimulation ist kritisch zu kommentieren, da er ökonomisch auf keinen Fall wünschenswert erscheint. In diesem Zusammenhang ist die Beobachtung bemerkenswert, dass ein Großteil der ressourcen-spezifischen Wirkungen bereits durch eine ausschließliche Besteuerung der Vorleistungsinputs erreicht werden kann. Zur Darstellung dieses Effekts wurden in Abbildung 23 die in den jeweiligen Umfeldszenarien beobachteten Reduktionen des RMC_{abiot} bei ausschließlicher Besteuerung der Vorleistungsinputs sowie bei umfassender Besteuerung (inklusive aller Endnachfragekomponenten mit Ausnahme der Exporte) in Relation zueinander abgebildet. Die resultierenden Zeitreihenverläufe weisen darauf hin, dass im Fall des hier betrachteten Gütersteuermixes mittelfristig in beiden Umfeldszenarien und unter beiden Kompensationsvarianten mehr als 85% sämtlicher potenziell erreichbarer Reduktionen des RMC_{abiot} bereits durch die alleinige Besteuerung der Vorleistungsnachfrage realisiert werden können.

Zusammengefasst lässt sich somit festhalten, dass durch signifikante zusätzliche gesamtwirtschaftliche Kosten bei Ausweitung der hier betrachteten Güterbesteuerung auf die Endnachfrage lediglich relativ geringe zusätzliche Reduktionen des RMC_{abiot} erreicht werden können. Auf Basis dieses Befundes blieben sämtliche Modellrechnungen der Simulationsstudie II auf eine Betrachtung einer ausschließlichen Gütersteuer auf Vorleistungsinputs beschränkt. Unter Kompensationsvariante a) wurden dabei die Vorleistungsinputs der in Tabelle 2 aufgeführten Dienstleistungen subventioniert. Der Subventionssatz betrug dabei 17,5%. Unter Kompensationsvariante b) erfolgte ein Ausgleich der zusätzlichen Steuerlast über die Senkung der Lohnnebenkosten der privaten Haushalte. Dabei wurde eine Senkung der Sozialbeiträge der privaten Haushalte um 20%-Punkte unterstellt. Da beide Parameterkombinationen (weitgehend) aufkommensneutral sind, bleibt der Finanzierungssaldo des Staates im Vergleich zur Baseline unter beiden Kompensationsvarianten (nahezu) unverändert.

4.2.2. Kernergebnisse im Überblick

Wie Abbildung 24 entnommen werden kann, zeigen sich unter beiden simulierten Kompensationsvarianten qualitativ ähnliche Befunde. Im SSP 1 Szenario weist das reale Bruttoinlandsprodukt (linke Grafik in der oberen Abbildungsreihe) im Einführungsjahr einen leichten Rückgang um 1% (Variante a) bis 2% (Variante b) auf. Im Folgejahr wird dieser Rückgang aber bereits ausgeglichen. Im weiteren Zeitverlauf sind positive Abweichungen zu beobachten. Im Jahr 2030 betragen die Abweichungen von der Baseline in beiden Varianten ca. 2%-Punkte.

Beim pro Kopf real verfügbaren Einkommen der privaten Haushalte (rechte Grafik der oberen Abbildungsreihe) zeigen sich in beiden Varianten mittelfristig wesentlich deutlichere positive Abweichungen von der Baseline. Bei Kompensation des Steueraufkommens durch Senkung der Lohnnebenkosten können im Jahr 2030 Abweichungen in einer Größenordnung von ca. 11%-Punkten im Vergleich zur Baselineentwicklung beobachtet werden. Bei Kompensation des Steueraufkommens durch Subventionszahlungen für ressourcenleichte Dienstleistungen ergibt sich ein Anstieg des real verfügbaren pro Kopf-Einkommens um ca. 5,7%-Punkte.

Der RMC_{abiot} reduziert sich gleichzeitig in der pro Kopf Betrachtung um annähernd 18%-Punkte im Vergleich zur Baseline (linke Grafik in der unteren Abbildungsreihe). Der überwiegende Teil dieser Reduktionen wird dabei bereits in den ersten Jahren nach Einführung der Steuer realisiert. So kann für beide Kompensationsvarianten bereits im Jahr 2017 ein Reduktion des RMC_{abiot} um ca. 25% im Vergleich zum Ausgangswert des Jahres 2014 beobachtet werden.

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

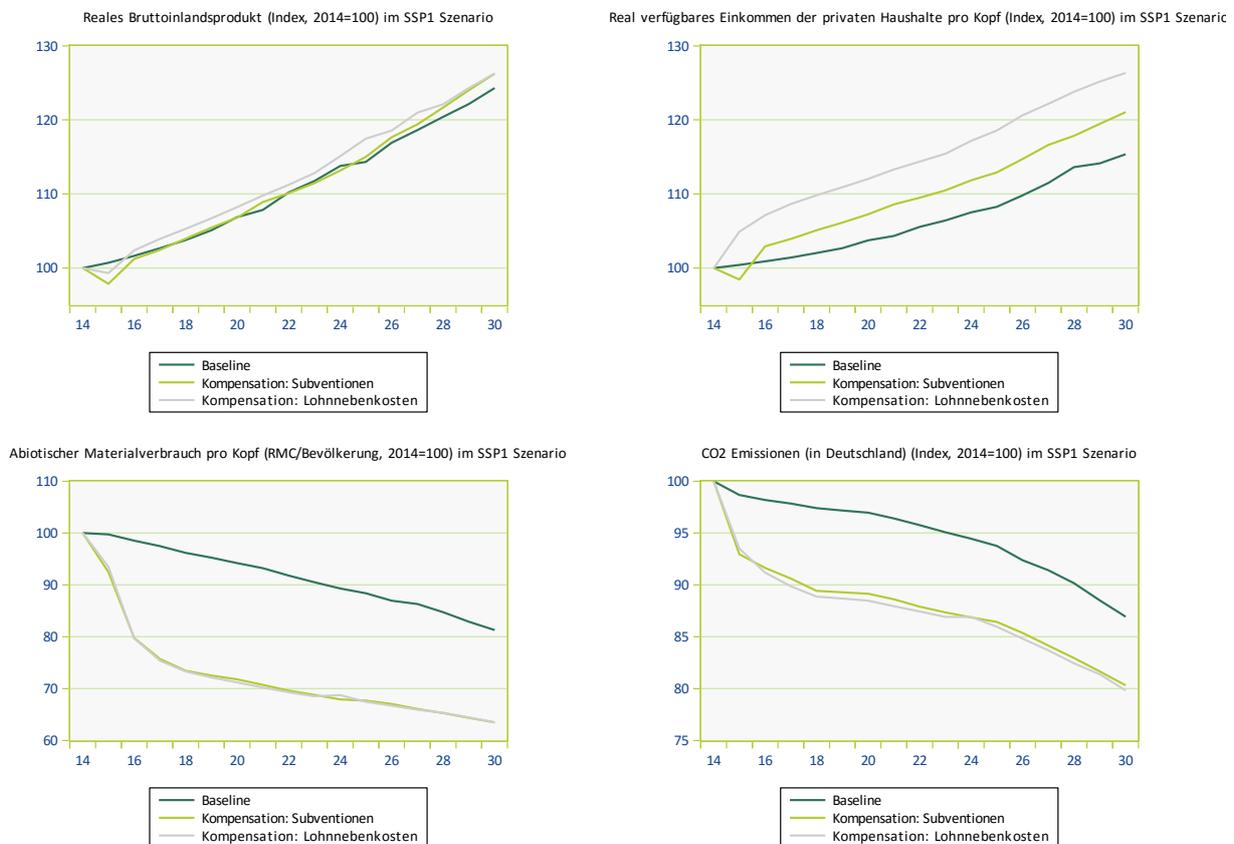


Abbildung 24: Zentrale Befunde bei Simulation einer umfassenden Güterbesteuerung im SSP1 Szenario

Quelle: Eigene Berechnungen

Aus ökologischer Perspektive ist es zudem interessant festzuhalten, dass der soeben angesprochene Rückgang der abiotischen Rohstoffentnahme von einem deutlichen Rückgang der deutschen CO₂-Emissionen begleitet wird (rechte Grafik der unteren Abbildungsreihe). Unter Kompensationsvariante a) ist im Jahr 2030 ein Rückgang der CO₂-Emissionen im Vergleich zur Baseline um ca. 6,6%-Punkte zu beobachten. Unter Kompensationsvariante b) findet sich ein qualitativ vergleichbarer Befund (Rückgang der CO₂-Emissionen im Vergleich zur Baseline: 7,1%-Punkte). Wie zuvor im Fall der genutzten inländischen Extraktionen wird auch bei den CO₂-Emissionen der größte Anteil dieser Reduktionen bereits in den ersten Simulationsjahren realisiert.

Abbildung 25 ergänzt die obigen Befunde um Zeitreihendarstellungen der angesprochenen Größen im SSP3-Kontext. Obwohl die Baselineverläufe der einzelnen Zeitreihen durchaus auf markante Variationen zwischen den jeweiligen Kontextszenarien hindeuten, erweisen sich die vorherigen qualitativen Befunde bei Betrachtung der Abbildung 25 als bemerkenswert robust. Aus Platzgründen wird daher auf eine individuelle Besprechung der jeweiligen SSP3-Grafiken verzichtet, um direkt zur tiefergehenden Analyse der Simulationsergebnisse im folgenden Unterabschnitt weiterzuleiten.

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

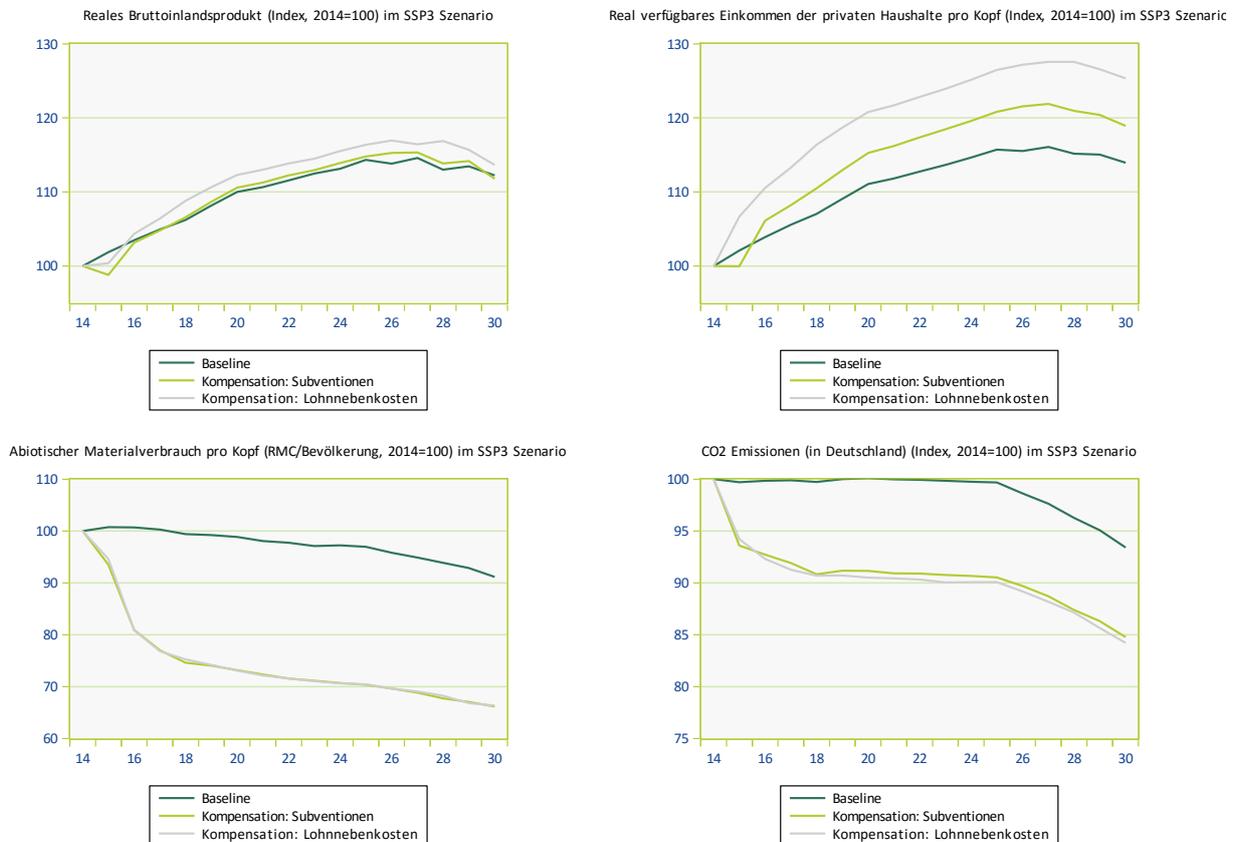


Abbildung 25: Zentrale Befunde bei Simulation einer umfassenden Güterbesteuerung im SSP3 Szenario

Quelle: Eigene Berechnungen

4.2.3. Detaillierte Betrachtung der makroökonomischen Befunde

Zum besseren Verständnis der folgenden Detailanmerkungen sei zunächst auf Abbildung 26 verwiesen, welche einige ausgewählte zentrale Wirkungsmechanismen unter Kompensationsvarianten a) und b) zusammenfasst. Der oberen Reihe der Abbildung 26 kann entnommen werden, dass unter beiden Kompensationsvarianten der gesamtwirtschaftliche Erzeugerpreisindex im Zuge der umfassenden Güterbesteuerung deutlich ansteigt. Unter Kompensationsvariante a) ist allerdings ein gesamtwirtschaftlich geringerer Anstieg des Preisindexes zu beobachten, da die begleitenden Subventionszahlungen des Staates die Preisdynamik „ressourcenleichter“ Dienstleistungen dämpfen (der Erzeugerpreisindex wird zu Herstellungspreisen bewertet).

Der insgesamt beobachtbare Anstieg der Erzeugerpreise wird in sämtlichen Simulationen von einer geringen relativen Verteuerung der Investitionsgüterpreise begleitet. Zur Darstellung dieses Zusammenhangs wurde in der mittleren Reihe der Abbildung 26 der modellendogen berechnete Deflator der makroökonomischen Bruttoanlageinvestitionen in Relation zum zuvor betrachteten Erzeugerpreisindex abgebildet.

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

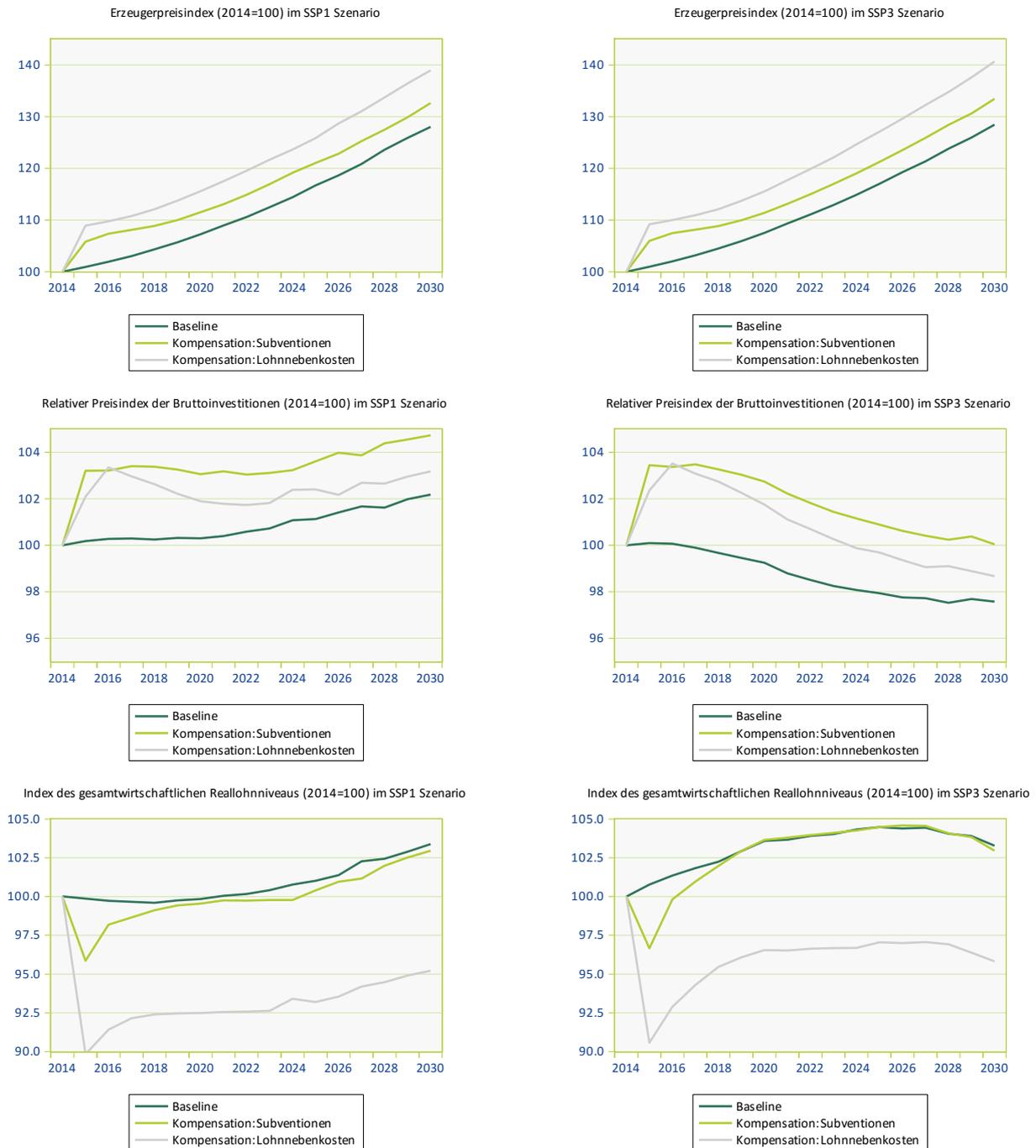


Abbildung 26: Wesentliche makroökonomische Lenkungsimpulse in den Simulationsvarianten

Quelle: Eigene Berechnungen

Im Jahr der Einführung der Güterbesteuerung steigt der so definierte relative Investitionspreis um 1,9%- (Variante b im SSP1 Umfeld) bis 3,4%-Punkte (Variante b im SSP3 Umfeld) an. Da dieser Anstieg im weiteren Simulationsverlauf nicht vollständig zurückgeführt wird, sind auch im Jahr 2030 noch

Abweichungen im Vergleich zur Baseline in der Größenordnung von ca. 1%- (Variante b im SSP1 Umfeld) bis 2,5%-Punkten (Variante a im SSP1 Umfeld) zu beobachten. Obwohl die Investitionsnachfrage keiner direkten Besteuerung unterliegt, werden Erhalt und Ausbau des Kapitalstocks durch den eingeführten Gütersteuermix geringfügig versteuert.

Im Vergleich hierzu wird der Einsatz des Produktionsfaktors Arbeit relativ günstiger. Zur Abschätzung dieses Effekts betrachtet die untere Reihe der Abbildung die Entwicklung der Lohnkosten (berechnet als Quotient aus gesamtwirtschaftlichem Nominallohnsatz und Erzeugerpreisindex). In sämtlichen Simulationsrechnungen wird durch den Anstieg der Erzeugerpreise tendenziell eine modellendogene Lohn- Preisspirale induziert. Da unter Kompensationsvariante a) keine weiteren Arbeitsmarkteffekte unterstellt werden, folgen die Lohnkosten langfristig annähernd ihrem Baselineverlauf. Die Abweichungen von der Baseline im Jahr 2030 rangieren zwischen -0,3%-Punkten und -0,4%-Punkten.

Unter Kompensationsvariante b) wird dieser Effekt deutlicher, da hier die Lohnkosten (welche auch die Sozialbeiträge beinhalten) im Vergleich zur Baseline dauerhaft sinken. Im SSP1-Umfeld sinken die Lohnkosten im Jahr 2015 im Vergleich zur Baseline um ca. -10% und liegen auch im Jahr 2030 noch annähernd -8,2%-Punkte unterhalb dieser Referenz.

Es verwundert daher nicht, dass der modellierte Gütersteuermix bei Kompensation des Steueraufkommens über eine Absenkung der Lohnnebenkosten tendenziell eine leichte Dämpfung der gesamtwirtschaftlichen Investitionstätigkeit induziert. Wie die Grafiken in der oberen Reihe der Abbildung 27 verdeutlichen, wird für die makroökonomischen Bruttoanlageinvestitionen unter beiden Kompensationsvarianten im Jahr der Einführung der simulierten Güterbesteuerung jeweils ein Rückgang in einer Größenordnung von ca. 2,4% (Variante b im SSP1 Umfeld) bis 5,7% (Variante a im SSP3 Umfeld) simuliert. Mittel- bis langfristig ist in der Kompensationsvariante einer Zahlung von Subventionen auf ressourcenleichte Dienstleistungen keine nennenswerte Abweichung der Investitionstätigkeit von den jeweiligen Baselineverläufen zu beobachten. Bei Kompensation des Steueraufkommens über eine Absenkung der Lohnnebenkosten kann auch mittelfristig ein etwas schwächeres Investitionsniveau beobachtet werden. Die unter Variante b) im Jahr 2030 beobachtbaren langfristigen Abweichungen von den jeweiligen Baselines ergeben allerdings keinen eindeutigen qualitativen Befund. Diese rangieren zwischen -0,6% (SSP1) und +0,1% (SSP3).

Gleichzeitig ist unter beiden Kompensationsvarianten ein verstärkter Einsatz des Produktionsfaktors Arbeit zu beobachten. Der Anstieg der Arbeitsnachfrage fällt dabei unter Kompensationsvariante b) jeweils deutlich stärker aus. Aufgrund der hier unterstellten Absenkung der Lohnnebenkosten werden unter Variante b) bereits im Jahr 2015 5,3% (SSP1) bis 5,5% (SSP3) zusätzliche Erwerbstätige projiziert. Dynamische Anpassungsprozesse führen dazu, dass die entsprechenden Abweichungen von der Baseline bis zum Jahr 2030 auf ca. 7,4-7,5%-Punkte ansteigen.

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

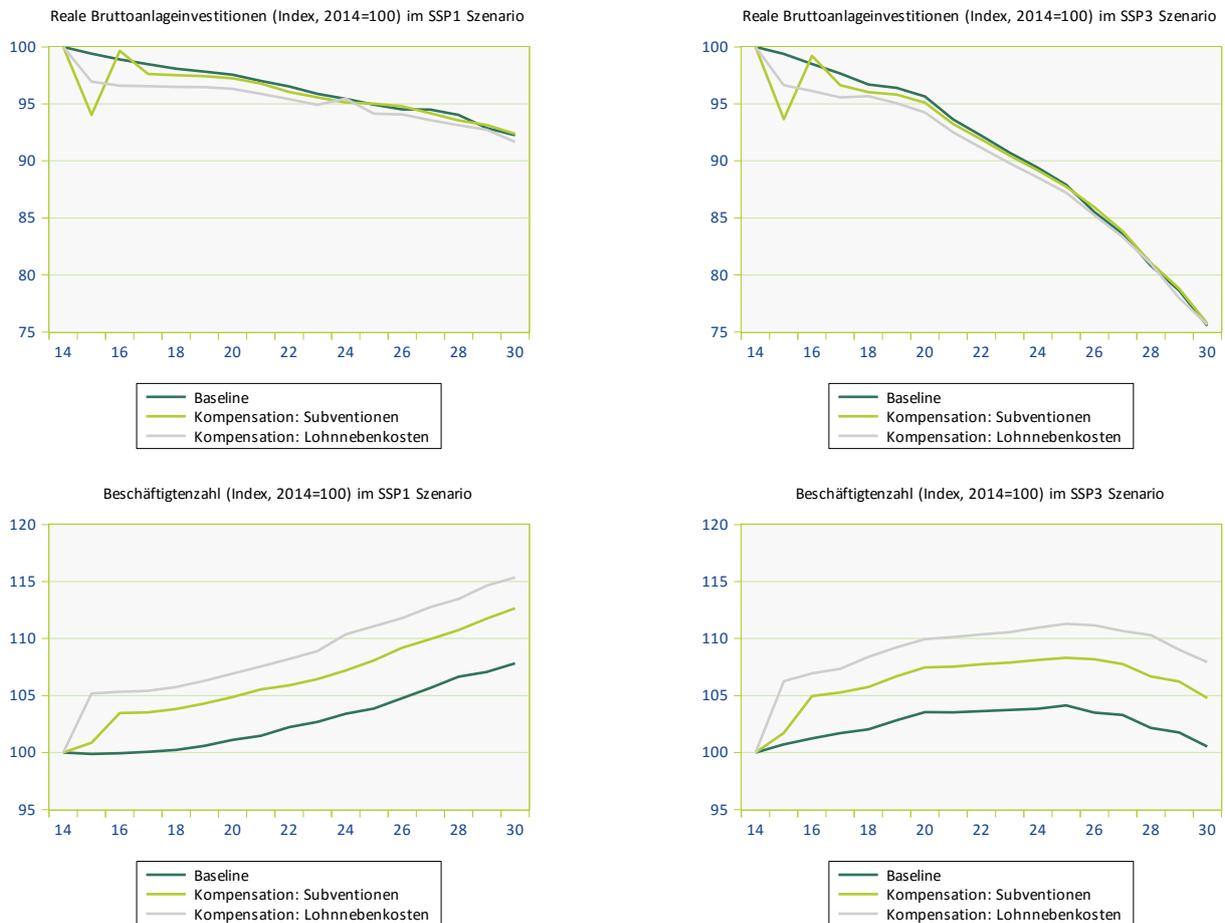


Abbildung 27: Zentrale makroökonomische Befunde in den Simulationsvarianten

Quelle: Eigene Berechnungen

Auch unter Variante a) kann ein sich im Zeitablauf im Vergleich zur Baseline verstärkender Anstieg der Zahl der Erwerbstätigen beobachtet werden. Da in dieser Variante die Bruttolohnkosten allerdings nicht gesenkt werden, fallen diese Entwicklungen schwächer aus als zuvor unter Variante b) beschrieben. Im Jahr 2015 liegt die Zahl der Erwerbstätigen jeweils ca. einen Prozentpunkt oberhalb der zugehörigen Baselinereferenz. Bis zum Jahr 2030 pendeln sich diese Abweichungen auf 4,8%-Punkte (SSP3) bis 4,8%-Punkte (SSP1) ein.

Da den jeweiligen Umfeldszenarien unterschiedliche Bevölkerungsprojektionen zugrunde liegen, können die gerade betrachteten Modellprojektionen nicht direkt auf die Anzahl der derzeitigen Erwerbstätigen in Deutschland umgelegt werden. Zur groben Einordnung der soeben aufgezeigten Effekte sei dennoch nachrichtlich darauf hingewiesen, dass sich im Jahr 2014 die Anzahl der im Inland beschäftigten Erwerbstätigen auf etwas mehr als 42,6 Mio. Menschen belief (Statistisches Bundesamt (d), 2015). Wenn diese Zahl jeweils als Ausgangspunkt für die in Abbildung 27 gezeigte Baselineentwicklung unterstellt wird, kann auf Basis der obigen Wachstumspfade das Volumen der positiven Beschäftigungseffekte im Jahr 2030 in einer Größenordnung von ca. 1,8 Mio. bis 3,2 Mio. zusätzlichen Erwerbstätigen abgeschätzt werden.

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

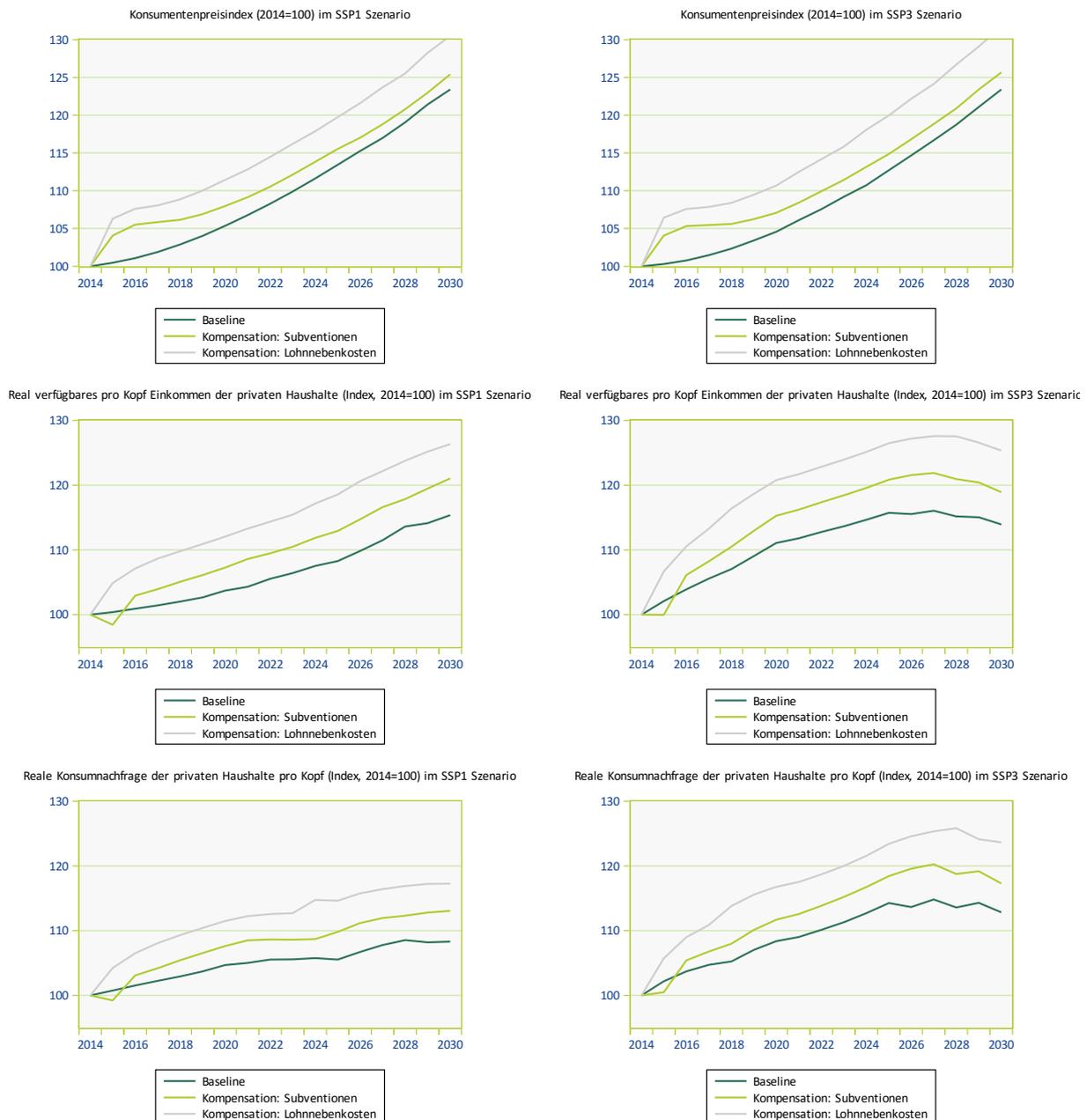


Abbildung 28: Private Haushalte, wesentliche makroökonomische Ergebnisse

Quelle: Eigene Berechnungen

Die hohen gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungszuwächse implizieren einen deutlichen Anstieg des verfügbaren Einkommens der privaten Haushalte, welches in den Modellsimulationen die zentrale erklärende Größe der privaten Konsumnachfrage darstellt. Da die privaten Konsumausgaben mit einem aktuellen Anteil von über 55% die größte Verwendungskomponente des deutschen Bruttoinlandsprodukts repräsentieren (Statistisches Bundesamt (d), 2015), werden hierdurch signifikante gesamtwirtschaftliche Kreislaufeffekte initiiert. Die entsprechenden Simulationsdetails können Abbildung 28 entnommen werden.

Wie die Grafiken in der oberen Reihe der Abbildung 28 verdeutlichen, unterscheiden sich die beiden Kompensationsvarianten nicht grundsätzlich hinsichtlich der Entwicklung des Konsumentenpreisindex. In Variante a) initiieren die Subventionszahlungen auf ressourcenleichte Dienstleistungen im Vergleich zur Kompensationsvariante b) allerdings eine mittel- bis langfristige Dämpfung der Konsumpreisdynamik. Während der makroökonomische Konsumgüterpreisindex im Jahr der Einführung der Güterbesteuerung unter Variante a) lediglich um 3,6% bis 3,8% ansteigt, sind unter Variante b) Konsumgüterpreisanstiege in einer Größenordnung von 5,8% bis 6,1% zu beobachten. Im Jahr 2030 werden unter Variante a) lediglich Baselineabweichungen in einer Größenordnung von 2,0%-Punkten (SSP1) bis 2,3%-Punkten (SSP3) ausgewiesen. Unter Variante b) wurden hingegen Baselineabweichungen in einer Größenordnung von 7,1%-Punkten (SSP1) bis 8,3%-Punkten (SSP3) simuliert.

Da jedoch, wie zuvor gesehen, die letztgenannte Variante durch wesentlich stärkere Beschäftigungseffekte gekennzeichnet ist, steigt das real verfügbare Einkommen der privaten Haushalte langfristig dennoch unter Kompensationsvariante b) stärker als unter Kompensationsvariante a). In der pro Kopf Betrachtung liegt diese Größe in den Modellsimulationen des Jahres 2030 ca. 5%-Punkten (Variante a im SSP3) bis 11,4%-Punkten (Variante b im SSP3) jeweils deutlich oberhalb der entsprechenden Baselineprojektionen (mittlere Reihe der Abbildung 28). Kurzfristig zeichnet sich die Kompensationsvariante b) zusätzlich dadurch aus, dass die Senkung der Lohnnebenkosten bereits im ersten Simulationsjahr positive Einkommenseffekte hervorruft. Den für das Jahr 2015 simulierten realen Einkommensanstiegen in einer Größenordnung von 4,5% (SSP1) bis 4,6% (SSP3) stehen unter Kompensationsvariante a) jeweils unmittelbare reale Einkommensverluste von -2,0%-Punkten (SSP1) bis -2,1%-Punkten (SSP3) im Vergleich zur Baselinereferenz gegenüber.

Die realen Konsumausgaben der privaten Haushalte folgen jeweils den soeben beschriebenen Einkommensentwicklungen. In der unteren Reihe der Abbildung 28 wird der reale Konsum wiederum als pro Kopf Größe ausgewiesen. Die jeweiligen Abweichungen von der Baseline liegen im Jahr 2030 in einem Intervall von 4,5%-Punkten (Variante a im SSP3) bis 10,8%-Punkten (Variante b im SSP3).

Aufgrund der für diese Beispiele gewählten Simulationsparameter sind beide Simulationen dadurch gekennzeichnet, dass der Staatskonsum keine signifikanten Veränderungen aufweist. Die obere Reihe der Abbildung 29 zeigt, dass in beiden Simulationsläufen ein markanter kurzfristiger Anstieg des real verfügbaren Einkommens des Staates bei Einführung der Besteuerung beobachtet wird. Mittelfristig sind hingegen lediglich im SSP1-Umfeld geringe anhaltende Einkommenssteigerungen zu beobachten.

Ohne weitere Simulationsvorgaben initiiert eine Veränderung des verfügbaren Einkommens teilweise modellendogene Variationen des realen Staatskonsums. Die simulierten Auswirkungen auf den realen Staatskonsum (mittlere Reihe der Abbildung) bleiben aber unter beiden Kompensationsvarianten gering. Im SSP1-Umfeld werden im Jahr 2030 positive Abweichungen von der Baseline in einer Größenordnung von 1,0%-Punkten (Variante a) bis 1,1%-Punkten (Variante b) simuliert. Im SSP3-Umfeld resultieren im Jahr 2030 Baselineabweichungen in einer Größenordnung von 0,5%-Punkten (Variante a) bis 1,3%-Punkten (Variante b).

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

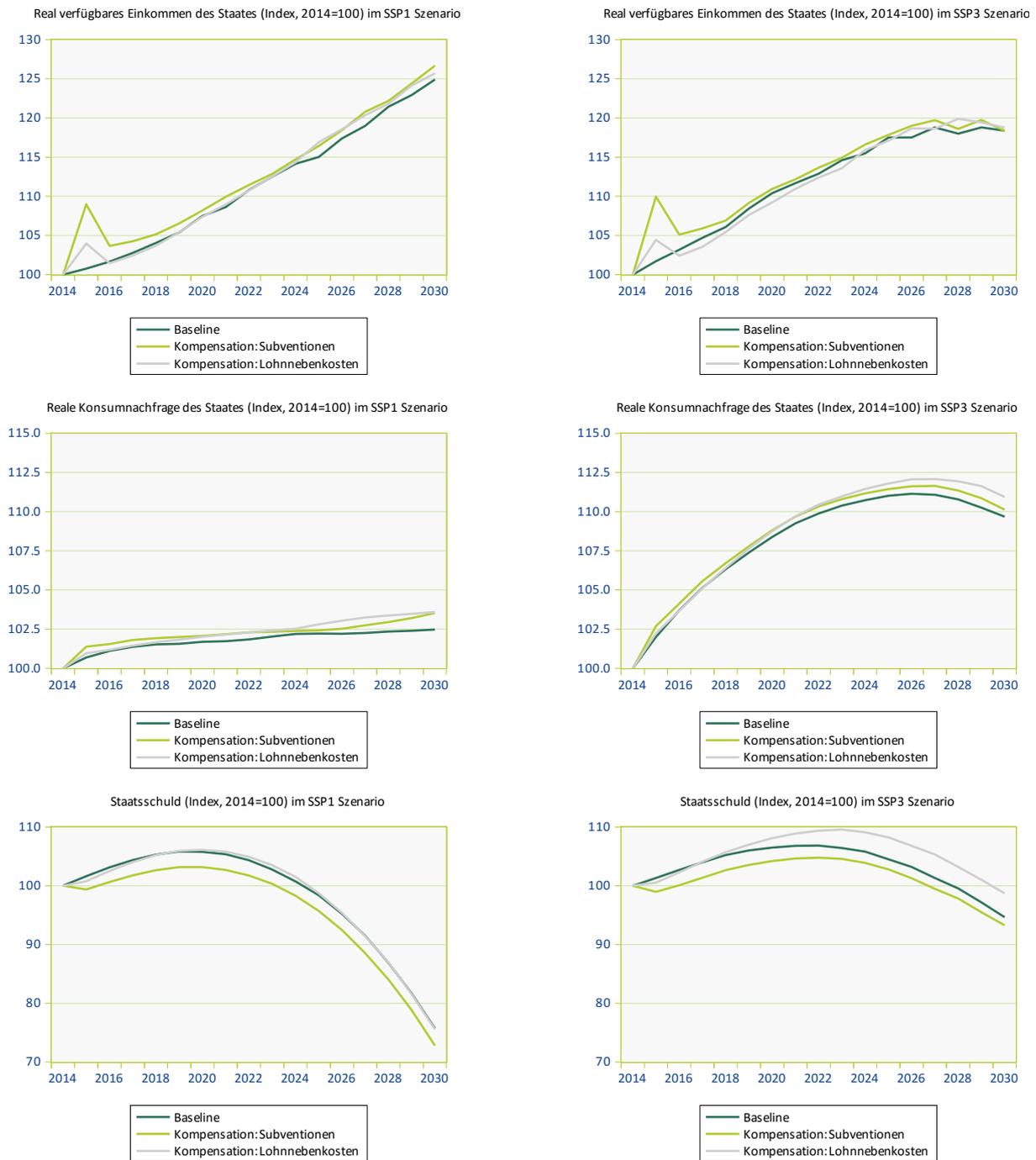


Abbildung 29: Staat, wesentliche makroökonomische Ergebnisse

Quelle: Eigene Berechnungen

Teilweise werden zusätzliche Haushaltsmittel allerdings auch zur Schuldentilgung eingesetzt. Mit Ausnahme der Kompensationsvariante b) im SSP3-Umfeld sind daher in allen Simulationen (geringe)

Reduktionen der Staatsschuld zu beobachten. So kann im SSP1 Fall im Jahr 2030 unter Kompensationsvariante a) ein im Vergleich zur Baseline um ca. 2,9%-Punkte reduzierter Schuldenstand beobachtet werden. Unter Kompensationsvariante b) wird für das Jahr 2030 ein im Vergleich zur Baseline um 0,1%-Punkte reduzierter Schuldenstand projiziert. Im schwächer wachsenden SSP3 Umfeld werden geringere Tendenzen zur Schuldentilgung simuliert. Unter Variante a) ergibt sich für das Jahr 2030 eine im Vergleich zur Baseline um 1,4%-Punkte reduzierte Staatsschuld. Unter Variante b) liegt die resultierende Staatsschuld ca. 4%-Punkte oberhalb der Baselinereferenz. Die Ursache hierfür ist wiederum in den deutlich schwächeren Einkommenseffekten dieses Simulationslaufs zu sehen.

Der abschließende Blick auf die außenwirtschaftlichen Verwendungskomponenten des Bruttoinlandsprodukts offenbart, dass die Wahl zwischen beiden simulierten Kompensationsvarianten keine signifikanten qualitativen Auswirkungen auf die gesamtwirtschaftliche Entwicklung der deutschen Aus- und Einfuhren zeigt. In sämtlichen Simulationsläufen sind tendenziell ähnlich dimensionierte Rückgänge der realen Im- und Exporte zu beobachten (obere und mittlere Reihe der Abbildung 30), wobei die Entwicklung der Importe im Vergleich zur Baseline jeweils nahezu unverändert projiziert wird.

Letzteres ist leicht nachvollziehbar: Für heimische Produkte wie auch für importierte Güter wird jeweils ein identischer Gütersteuersatz simuliert. Da hieraus keine direkten Veränderungen der inländischen Relativpreisrelationen zwischen in- und ausländischen Gütern resultieren, unterliegt auch die deutsche Importnachfrage keinen direkten Preiseffekten.

Im Vergleich hierzu führen vorleistungsinduzierte Kostensteigerungen im Inland tendenziell zu einer relativen Verteuerung sämtlicher deutscher Exportgüter. In der Modellierung folgt hieraus ein unmittelbarer Rückgang der ausländischen Importnachfrage nach deutschen Gütern, weshalb in sämtlichen Simulationen Rückgänge der gesamtwirtschaftlichen deutschen Exporte beobachtet werden können. Wie bereits eingangs dieses Unterabschnitts beobachtet werden konnte, werden unter Kompensationsvariante a) geringere gesamtwirtschaftliche Preissteigerungen in Deutschland modelliert (siehe hierzu die Entwicklung der Erzeugerpreise in Abbildung 26). In beiden Umfeldszenarien sind daher für Variante a) auch jeweils geringere Rückgänge der deutschen Exporte zu beobachten. Da die Baselineprojektionen allerdings jeweils durch sehr dynamische Exportentwicklungen gekennzeichnet sind, erscheinen diese Variationen zwischen den Kompensationsvarianten insgesamt relativ unbedeutend.

Für den realen Außenbeitrag resultiert hieraus ebenfalls unter beiden Kompensationsvarianten ein ähnlich dimensionierter Rückgang im Vergleich zur Baseline (untere Reihe der Abbildung 30). Allerdings lassen sich bei dieser Größe im Zeitablauf deutliche Ergebnisunterschiede zwischen den jeweiligen SSP-Szenarien ausmachen, da mittelfristig im SSP3 Umfeld im Vergleich zum SSP1 Umfeld jeweils deutlich stärkere relative Abweichungen von der Baseline simuliert werden.

Abschätzung der Potenziale einer Güterbesteuerung

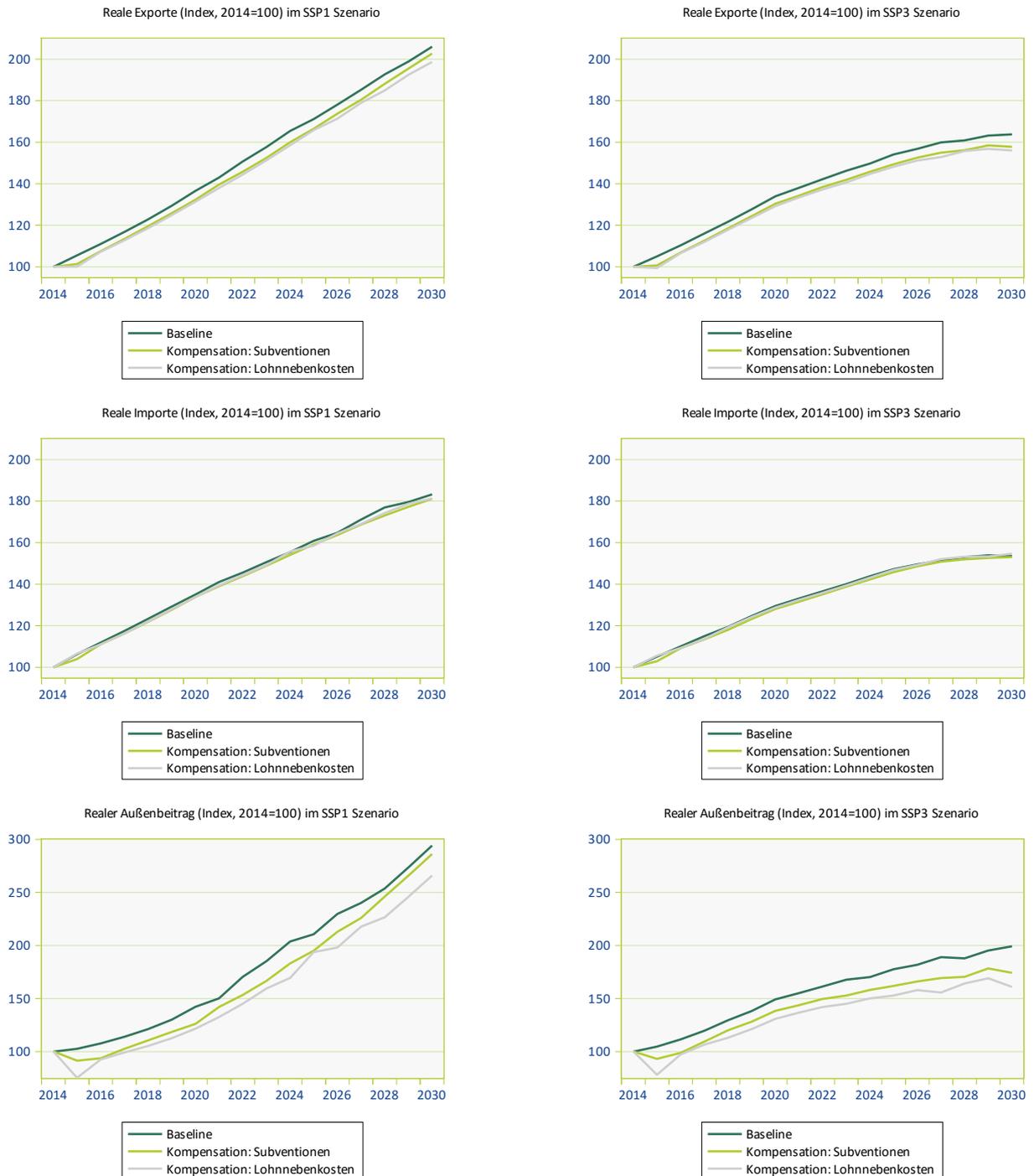


Abbildung 30: Außenbeitrag, Entwicklung von realen Im- und Exporten sowie resultierende Gesamteffekte
Quelle: Eigene Berechnungen

4.2.4. Ergänzende sektorale ökonomische Auswertungen

Zur Betrachtung der Entwicklungen realer Bruttoproduktionswerte auf Gütergruppenebene sowie der Beschäftigtenzahlen in den jeweiligen Wirtschaftszweigen finden sich vollständige grafische Übersichten zu relativen wie auch absoluten Abweichungen der Modellsimulationen im Vergleich zur jeweiligen Baselineentwicklung in Anhang 7.2. Die zur Identifikation individueller Einträge verwendeten Indizes entsprechen dabei jeweils der fortlaufenden Nummerierung der Tabelle 13 (Klassifikation der Gütergruppen) bzw. Tabelle 14 (Klassifikation der Wirtschaftszweige).

Da eine nähere Beschreibung sämtlicher Abbildungsverläufe aus Platzgründen unterlassen wird, sei an dieser Stelle nur exemplarisch auf die Entwicklungen der Produktionswerte, ausgedrückt als mittlere relative Abweichung vom Basislauf eingegangen (Abbildung 31). Bei Betrachtung der beiden Grafiken wird generell deutlich, dass unter Variante a) die Nachfrage nach subventionierten Dienstleistungen jeweils deutlich höher ausfällt als unter Variante b). Hinsichtlich der alternativen Umfeldszenarien scheinen allerdings keine signifikanten qualitativen Unterschiede der jeweiligen sektoralen Auswirkungen beim Vergleich der SSP1- und SSP3-Ergebnisse beobachtbar.

Im Bereich der Nahrungs- und Futtermittel und Getränke sowie der Leder und Lederwaren zeigen sich die Produktionsentwicklungen von der simulierten Güterbesteuerung nahezu unbeeinflusst. Ähnliches gilt für die Gruppe der elektronischen Produkte (Geräte der Elektrizitätserzeugung u.ä.; Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte, elektronische Bauelemente; Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren). Für die Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd sowie für Fische und Fischereierzeugnisse lassen sich lediglich sehr geringe Rückgänge beobachten. Für alle weiteren Gütergruppen des produzierenden Gewerbes zeigen sich hingegen deutliche Rückgänge, welche jedoch in ihrem Ausmaß wesentlich differieren. Die in beiden Umfeldszenarien beobachteten stärksten relativen Rückgänge wurden in Tabelle 5 und Tabelle 6 zusammengefasst.

Variante a)			
Steuererleichterungen (Subventionszahlungen) für ausgewählte Dienstleistungen		Veränderungen der realen Bruttoproduktion im Vergleich zur Baseline	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	-27,7%	-37,8%
2	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung	-25,3%	-23,7%
3	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung	-19,4%	-19,0%
4	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt und Brutstoffe	-14,7%	-14,6%

Tabelle 5: Durchschnittliche Rückgänge der realen Bruttoproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.

Quelle: Eigene Berechnungen

Variante b)			
Senkung der Lohnnebenkosten der privaten Haushalte		Veränderungen der realen Bruttoproduktion im Vergleich zur Baseline	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse	-28,4%	-38,3%
2	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung	-25,3%	-23,9%
3	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung	-17,7%	-16,9%
4	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt und Brutstoffe	-16,0%	-15,9%

Tabelle 6: Durchschnittliche Rückgänge der realen Bruttoproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.

Quelle: Eigene Berechnungen

Variante a)			
Steuererleichterungen (Subventionszahlungen) für ausgewählte Dienstleistungen		Veränderungen der realen Bruttonproduktion im Vergleich zur Baseline	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Dienstleistungen des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes	15,9%	16,9%
2	Unternehmensbezogene Dienstleistungen	14,5%	15,0%
3	Dienstleistungen der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)	14,0%	14,2%
4	Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen	12,8%	13,9%

Tabelle 7: Durchschnittliche Steigerungen der realen Bruttonproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.
Quelle: Eigene Berechnungen

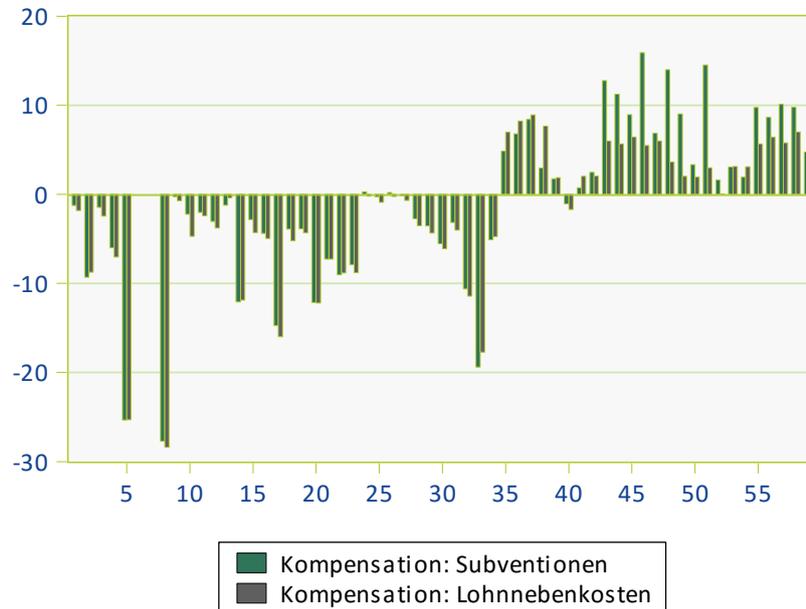
Variante b)			
Senkung der Lohnnebenkosten der privaten Haushalte		Veränderungen der realen Bruttonproduktion im Vergleich zur Baseline	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Dienstleistungen privater Haushalte	11,8%	13,3%
2	Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern	8,9%	9,8%
3	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	8,2%	9,0%
4	Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen	7,7%	8,7%

Tabelle 8: Durchschnittliche Steigerungen der realen Bruttonproduktion im Simulationszeitraum 2015-2030.
Quelle: Eigene Berechnungen

Produktionszuwächse kennzeichnen hingegen die generellen Entwicklungen im Dienstleistungsbereich. Die in beiden Umfeldszenarien beobachteten stärksten relativen Steigerungen der Bruttonproduktion wurden in Tabelle 7 und Tabelle 8 zusammengefasst.

Detailauswertungen der realen Bruttonproduktion

Relative Abweichungen der realen Bruttonproduktion im SSP1 Szenario



Relative Abweichungen der realen Bruttonproduktion im SSP3 Szenario

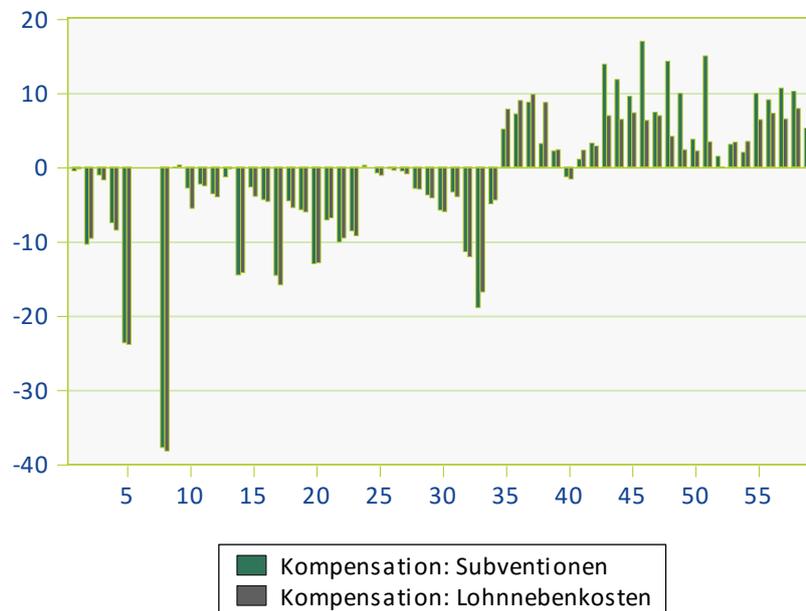


Abbildung 31: Entwicklung des Güteraufkommens im Detail, arithmetisches Mittel der relativen Abweichungen (in %)
Quelle: Eigene Berechnungen

Variante a)			
Steuererleichterungen (Subventionszahlungen) für ausgewählte Dienstleistungen		Beschäftigungszuwächse in den jeweiligen Simulationsläufen	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal, Datenverarbeitung und Datenbanken, Forschung und Entwicklung, Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen anderweitig nicht genannt	694.000	746.000
2	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen); Reparatur von Gebrauchsgütern	344.000	356.000
3	Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen	210.000	231.000
4	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	152.000	160.000

Tabelle 9: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungszuwächse (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.

Quelle: Eigene Berechnungen

Während zuvor die relativen Auswirkungen der Steuersimulationen auf die Produktionstätigkeit angesprochen wurden, sei abschließend noch auf hieraus resultierende Beschäftigungseffekte eingegangen. In Tabelle 9 wurden hierzu die entsprechenden Beobachtungen für die vier Wirtschaftszweige mit den stärksten simulierten absoluten Beschäftigungszuwächsen unter Kompensationsvariante a) zusammengestellt.²¹ Insgesamt werden für diese Wirtschaftszweige durchschnittliche Beschäftigungszuwächse in einer Größenordnung von 1,4 Mio. (SSP1) bis 1,5 Mio. (SSP3) Erwerbstätigen projiziert, wobei ein Großteil dieser Beschäftigungszuwächse auf den aggregierten Dienstleistungsbereich der Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal, Datenverarbeitung und Datenbanken, Forschung und Entwicklung und der Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen entfällt.

²¹ Tabelle 9 fasst somit die Detailliergegebnisse für die vier größten grünen Balken aus Abbildung 36 (siehe Anhang) zusammen. Ergänzende Details zu den vier größten grauen Balken dieser Abbildung finden sich in Tabelle 10.

Variante b)			
Senkung der Lohnnebenkosten der privaten Haushalte		Beschäftigungszuwächse in den jeweiligen Simulationsläufen	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen); Reparatur von Gebrauchsgütern	501.000	532.000
2	Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal, Datenverarbeitung und Datenbanken, Forschung und Entwicklung, Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen anderweitig nicht genannt	351.000	382.000
3	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen	263.000	296.000
4	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	243.000	261.000

Tabelle 10: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungszuwächse (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.

Quelle: Eigene Berechnungen

Unter Kompensationsvariante b) werden insgesamt annähernd gleiche Beschäftigungseffekte modelliert (Tabelle 10). Offensichtlich ist allerdings, dass in dieser Variante die höchsten Beschäftigungszuwächse im Bereich des Einzelhandels zu beobachten sind. Diese Beobachtung ist darauf zurückzuführen, dass nur unter Kompensationsvariante b) die Einzelhandels- und Reparaturdienstleistungen zu den drei Dienstleistungsbereichen mit den höchsten absoluten Produktionszuwächsen zählen. Dieser Effekt ist eindeutig auf die unterstellte Kompensationsform zurückzuführen. Da Handelsleistungen nicht zur Gruppe der unter Variante a) geförderten Dienstleistungen gehören, entwickelt sich die Nachfrage nach Handelsdienstleistungen unter Variante a) systematisch schwächer als unter Variante b).

Variante a)			
Steuererleichterungen (Subventionszahlungen) für ausgewählte Dienstleistungen		Beschäftigungsveränderung in den jeweiligen Simulationsläufen	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	-41.000	-51.000
2	Baugewerbe	-41.000	-39.000
3	Papier-, Verlags- und Druckgewerbe	-11.000	-12.000

Tabelle 11: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungsrückgänge (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.

Quelle: Eigene Berechnungen

Betrachtet man im Vergleich zu den vorherigen beiden Tabellen die Beschäftigungsentwicklungen in den Wirtschaftszweigen mit den stärksten simulierten absoluten Beschäftigungsrückgängen, so fällt zunächst auf, dass die höchsten Beschäftigungsrückgänge jeweils im Bereich der Herstellung von Metallerzeugnissen projiziert werden. Wie Tabelle 11 entnommen werden kann, ergeben sich unter Kompensationsvariante a) jeweils Rückgänge in der Größenordnung von ca. 40.000 bis 50.000 Erwerbstätigen. Summiert über sämtliche oben aufgeführte Wirtschaftszweige ergibt sich ein gerundeter Beschäftigungsrückgang in Höhe von 90.000 bis 100.000 Erwerbstätigen.

Unter Kompensationsvariante b) resultiert für die hier angesprochenen Wirtschaftszweige insgesamt ein etwas geringerer Beschäftigungsrückgang (Tabelle 12). Anzumerken ist, dass im SSP1-Umfeld für das Baugewerbe der dritthöchste Beschäftigungsrückgang in Höhe von durchschnittlich ca. 8000 Erwerbstätigen modelliert wird.²² Mit einem Rückgang in Höhe von ca. 3.000 Erwerbstätigen rangiert das Glasgewerbe in dieser Simulation nur auf dem vierten Platz.

Da die Subventionen auf ausgewählte Dienstleistungen zu einer relativen Verteuerung der nicht-subventionierten Gütergruppen führt und dementsprechend unter Variante a) eine deutlich höhere Nachfrage nach subventionierten Dienstleistungen zu beobachten war, ist es intuitiv einleuchtend, dass unter Variante a) tendenziell stärkere Beschäftigungsrückgänge im produzierenden Gewerbe zu beobachten sind.

²² Um eine einheitliche Darstellung zu gewährleisten wurde dieser Eintrag nicht in der entsprechenden Tabelle mit ausgewiesen.

Variante b)			
Senkung der Lohnnebenkosten der privaten Haushalte		Beschäftigungsveränderung in den jeweiligen Simulationsläufen	
Rang	Wirtschaftszweig	SSP1	SSP3
1	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	-16.000	-24.000
2	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	-10.000	--10.000
3	Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	-3000	-5.000

Tabelle 12: Durchschnittliche sektorale Beschäftigungsrückgänge (gerundet) im Simulationszeitraum 2015-2030.

Quelle: Eigene Berechnungen

4.2.5. Entwicklung der Rohstoffinanspruchnahme

Wie bereits bei der Beschreibung des Aufbaus der betrachteten Modellexperimente deutlich wurde, basieren GINFORS-Projektionen der internationalen Rohstoffinanspruchnahme auf nationalen Fortschreibungen. Vor diesem Hintergrund diente bislang die Gesamtsumme der global genutzten abiotischen Rohstoffinanspruchnahmen als Zielgröße sämtlicher im Rahmen dieser Vertiefungsanalyse durchgeführten Simulationsstudien.

Dank der kontinuierlich voranschreitenden Modellbauarbeiten des UFOPLAN-Vorhabens „Modelle, Potenziale und Langfristszenarien für Ressourceneffizienz“ (SimRess, FKZ: 3712 93 102), existiert inzwischen aber auch ein eigenständiges GINFORS-Modul zur Kalkulation gängiger ressourcenpolitischer Input- und Verbrauchsindikatoren. Ressourcenspezifische GINFORS-Ergebnisse können damit für sämtliche abgebildeten Modellregionen zu einem Indikatorset zusammengeführt werden, wie es in ähnlicher Form bspw. auch aus der aktuellen Berichterstattung des Statistischen Bundesamts bekannt ist (Statistisches Bundesamt, 2014).

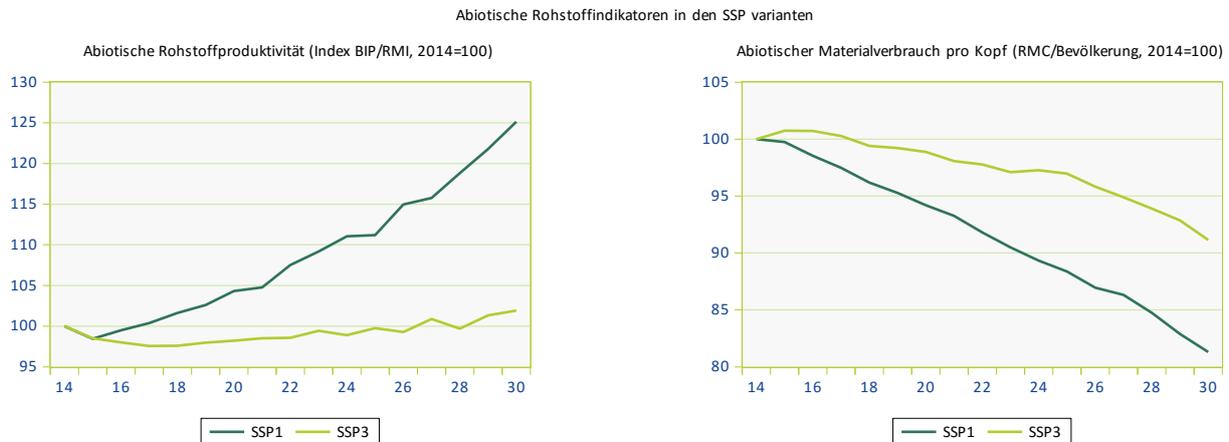


Abbildung 32: Projektionen der abiotischen Rohstoffindikatoren im Simulationszeitraum

Quelle: Eigene Berechnungen

Da sich das Indikatorenmodul noch in seiner Evaluationsphase befindet,²³ sind die entsprechenden Projektionen derzeit noch als vorläufig zu klassifizieren. Angesichts des hohen Interesses an diesbezüglichen Projektionen werden vorläufige Befunde für die deutschen Indikatoren RMI_{abiot} und RMC_{abiot} nachfolgend informatorisch zur Verfügung gestellt. Methodische Details dieser Indikatoren wurden im PolRes-Konsortium von Kollegen des Wuppertal Instituts übersichtlich zusammengestellt und können in einem eigenständigen Beitrag nachgelesen werden (Bringezu & Schütz, 2014). Um eine Vergleichbarkeit der abgebildeten Projektionen mit statistischen Referenzwerten zu ermöglichen, wurden sämtliche nachfolgende Abbildungen auf aktuelle Eckwerte der amtlichen Statistik abgestimmt (Statistisches Bundesamt, 2014).²⁴

Wie der linken Grafik in Abbildung 32 entnommen werden kann, folgt aus diesen Berechnungen eine langfristige Stagnation der abiotischen Rohstoffproduktivität im SSP3-Szenario. Im SSP1-Szenario wird hingegen ein dauerhafter Anstieg der abiotischen Rohstoffproduktivität projiziert. Im Durchschnitt ergibt sich eine jährliche Wachstumsrate von ca. 1,7%.

²³ Die Dokumentation des final implementierten Berechnungsalgorithmus wird im SimRes-Projekt derzeit abgeschlossen.

²⁴ Die nachfolgend betrachteten Indikatoren werden aktuell von verschiedenen Forschungsgruppen mit jeweils unterschiedlichen methodischen Ansätzen zur Berücksichtigung der in internationalen Vorleistungen enthaltenen Ressourcenströme berechnet (Bringezu & Schütz, 2014, S. S.3). Unter Verwendung von GINFORS kann auf einen eigenständigen globalen Multi-Region Input-Output Algorithmus zur Projektion dieser Stoffströme zurückgegriffen werden. Die Anwendung eines Multi-Region Input-Output Algorithmus in der historischen Analyse findet sich bspw. bei (Wiebe, Bruckner, Giljum, Lutz, & Polzin, 2012).

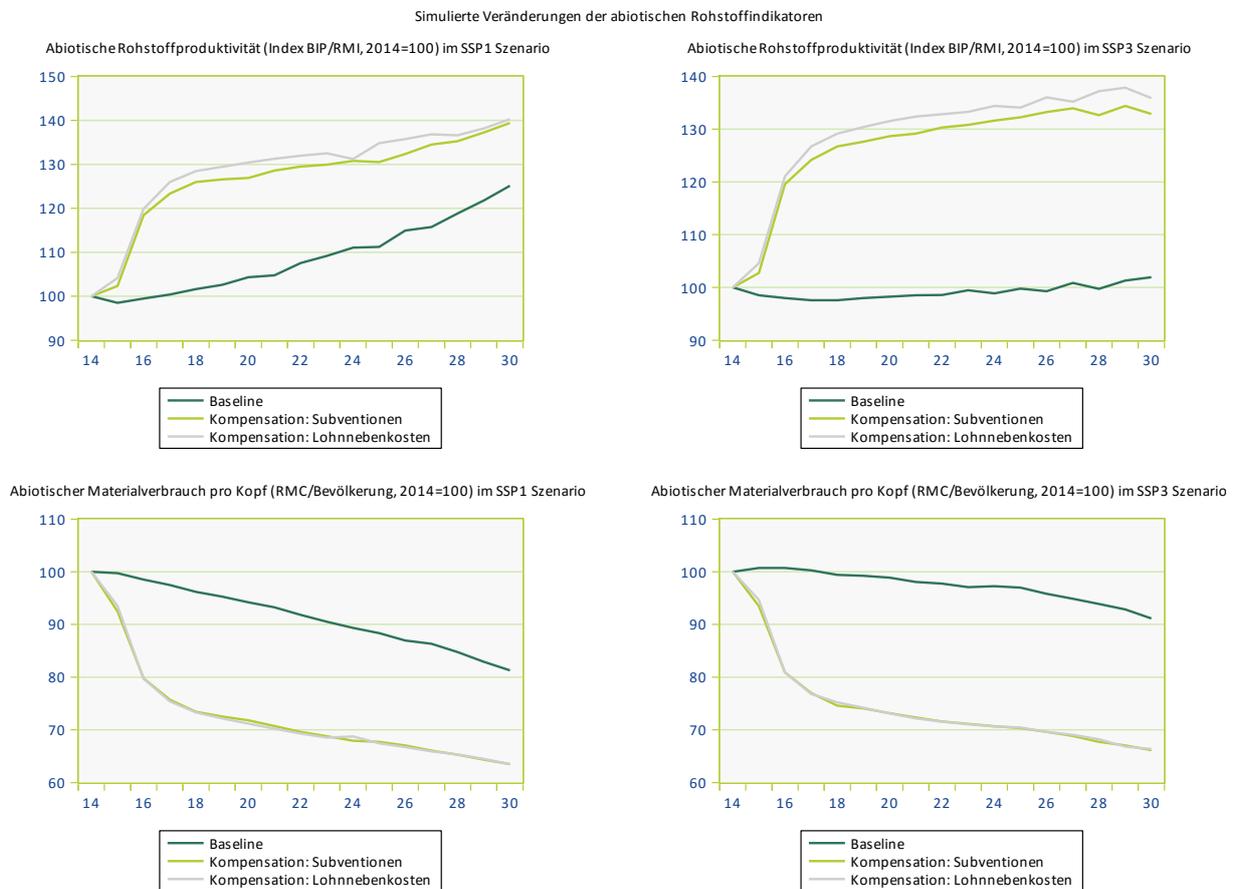


Abbildung 33: Deutsche Rohstoffindikatoren, Auswirkungen der simulierten Güterbesteuerung

Quelle: Eigene Berechnungen

Gleichzeitig werden in beiden Szenarien für Deutschland bis Anfang der 2030er Jahre rückläufige pro Kopf Verbrauchswerte erwartet. Der RMC_{abiot} reduziert sich im SSP1-Szenario bis zum Jahr 2030 um über 18%, im SSP3-Szenario ist ein Rückgang um annähernd 9% bis 2030 zu beobachten. Diese Rückgänge werden grundsätzlich durch anhaltend hohe Wachstumsraten der deutschen Exporte im Vergleich zu den übrigen Verwendungskomponenten des Bruttoinlandsprodukts in beiden Umfeldszenarien stimuliert. Zudem entwickelt sich die Investitionstätigkeit tendenziell rückläufig während gleichzeitig der Verbrauch fossiler Energieträger (im SSP1-Szenario wesentlich stärker als im SSP3-Szenario) vom ökonomischen Wachstum entkoppelt wird. Ähnlich wie zuvor bei der inputseitigen Betrachtung zeigt sich somit eine tendenziell wünschenswerte langfristige Entwicklung, deren Dynamik ohne ergänzende Maßnahmen allerdings zu schwach ausgeprägt ist, um ambitionierte Zielvorgaben zu erreichen.

Abbildung 33 veranschaulicht die simulierten Auswirkungen der Güterbesteuerung auf die soeben vorgestellten deutschen Rohstoffindikatoren. Erkennbar ist, dass für die unterstellten fiskalischen Maßnahmen jeweils umfassende Auswirkungen auf die betrachteten Indikatoren modelliert werden.

Bei den Produktivitätsentwicklungen (obere Abbildungsreihe) ist ein leichter Unterschied zwischen beiden Kompensationsvarianten zu erkennen, da in Variante b) tendenziell etwas stärkere Anstiege der Rohstoffproduktivität bis zum Jahr 2030 projiziert werden. Aber auch unter Variante a), ist mit 33%-39% bis zum Jahr 2030 ein deutlich stärkerer Anstieg als in den Baselineprojektionen (2%-25%) zu beobachten.

Gleichzeitig ist für den RMC_{abiot} in Relation zur Bevölkerungszahl ein deutlicher Rückgang in den Steuersimulationen zu beobachten. Variationen zwischen einzelnen Umfeldszenarien oder Kompensationsvarianten erscheinen für diesen Indikator nicht weiter erwähnenswert. Bis zum Jahr 2030 werden in sämtlichen Simulationsläufen Rückgänge des Rohstoffkonsums in einer Größenordnung von 34% bis 36% im Vergleich zum Ausgangsniveau der Berechnungen simuliert.

5. Zusammenfassung

Ausgelotet wurde das Potenzial einer allgemeinen Besteuerung von Gütern zur Reduktion des globalen Rohstoffverbrauchs. Auch unter Berücksichtigung globaler „rebound“- und/oder „leakage“-Effekte zeigt sich, dass die Einführung von Gütersteuern einen signifikanten Beitrag zur Reduktion des Rohstoffverbrauchs beisteuern kann. Das Papier liefert hierbei konkrete Vorschläge zur Besteuerung einzelner Gütergruppen.

Weiterführende Analysen deuten darauf hin, dass für die in diesem Papier ausgewählten Gütergruppen insbesondere eine Besteuerung der Vorleistungsnachfrage geeignet erscheint, eine Reduktion des deutschen RMC_{abiot} ohne nennenswerte gesamtwirtschaftliche ökonomische Kosten zu erreichen. In entsprechenden Simulationsrechnungen waren unter alternativen Umfeldszenarien Steigerungen der Rohstoffproduktivität um (mehr als) ein Drittel bis zum Jahr 2030 beobachtbar.

Die Herleitung konkreter Politikinstrumente zur Erschließung der abgebildeten Wirkungspotenziale war nicht Aufgabe dieser Vertiefungsanalyse. Die vorgestellten Ergebnisse bieten diesbezüglich aber einige zentrale Erkenntnisse. So deuten die Simulationsrechnungen beispielsweise darauf hin, dass in ausgewählten Industrien bei Besteuerung der Vorleistungslieferungen ein Anreiz zur Steigerung der eigenen Fertigungstiefe gesetzt werden kann. Bisher extern bezogene Produktionsinputs werden in diesen Fällen mittelfristig durch eigene Produktion ersetzt, wodurch die Beschäftigung ansteigt und der ursprüngliche Anstieg der Vorleistungskosten mittelfristig gedämpft wird.

Die hieraus resultierenden Arbeitsmarkteffekte sind ökonomisch eindeutig positiv zu bewerten, aus ressourcenpolitischer Perspektive allerdings kritisch zu kommentieren. Im Vergleich zu einer direkten Besteuerung des Materialgehalts (beispielsweise auf Basis des RMC_{abiot}) ist zu erwarten, dass durch die Besteuerung des Materialgehalts eine effektivere Erreichung der angestrebten ressourcenpolitischen Wirkungen erreichbar wäre.²⁵

²⁵ Der Einsatz eines solchen Instruments in einem ambitionierten ressourcenpolitischen Politikmix wird aktuell beispielsweise im POLFREE-Projekt mit GINFORS modelliert (Meyer, Distelkamp, & Beringer, 2015).

Allerdings erscheint eine umfassende Einführung und Erhebung entsprechender Materialinputsteuern im Vergleich zu den hier betrachteten Gütersteuern auch relativ aufwendig. Gütersteuern können hingegen ohne großen administrativen Aufwand im Rahmen der vorhandenen Strukturen eingeführt werden. Die vorgestellten Modellsimulationen deuten darauf hin, dass durch Einführung von Gütersteuern bereits kurzfristig deutliche Steigerungen der Rohstoffproduktivität erreicht werden könnten. Ob mittel- bis langfristig diskutierte Zielmarken (wie beispielsweise eine Verdoppelung der Ressourcenproduktivität) allerdings mit diesem Instrument alleine erreichbar erscheinen muss in Frage gestellt werden. Zusammengefasst erlauben diese Überlegungen damit folgende Interpretation: Die Umgestaltung des Steuersystems zu einer umfassenden Berücksichtigung des Materialgehalts einzelner Güter bleibt ressourcenpolitisch langfristig erstrebenswert. Solange derart umfassende Transformationen des Steuersystems allerdings nicht umsetzbar erscheinen, bieten Gütersteuern kurzfristig aufgreifbare Gestaltungsoptionen zur Steigerung der Rohstoffproduktivität.

In den Modellsimulationen zeigte sich, dass auf Basis empirisch geschätzter Preis- und Einkommenselastizitäten für individuelle Gütergruppen deutlich unterschiedliche qualitative Auswirkungen bei Einführung von Gütersteuern erwartet werden müssen. Bei Besteuerung der Vorleistungsnachfrage stimulieren die fiskalischen Anreize einen Anstieg der Ressourceneffizienz in der Produktion ohne direkt dämpfend auf die Endnachfrage einzuwirken. Mittelfristig sind die entsprechenden Simulationen daher durch positive gesamtwirtschaftliche Reaktionen gekennzeichnet.

Bei zusätzlicher Besteuerung der Endnachfrage war in den Modellsimulationen lediglich ein relativ geringer zusätzlicher ökologischer Effekt beobachtbar. Ohne weitergehende Kompensationsmaßnahmen wiesen die Ergebnisse zudem darauf hin, dass hierdurch ein Rückgang der gesamtwirtschaftlichen Investitionstätigkeit initiiert werden könnte. Dieser ökonomische Effekt ist letztlich unmittelbar auf den Simulationsaufbau zurückzuführen und verweist auf weitergehende Analyseoptionen, welche in der vorliegenden Studie nicht weiterverfolgt werden konnten. So ist bspw. leicht nachvollziehbar, dass eine isolierte Einführung einer Gütersteuer auf in Deutschland erbrachte Bauleistungen Anreize zur Re-Allokation geplanter Anlageinvestitionen ins benachbarte Ausland setzt. Weiterführende inhaltliche Ausarbeitungen sollten daher mögliche Handlungsalternativen für eine ressourceneffiziente Güterbesteuerung über den hier gezogenen Rahmen hinaus systematisch untersuchen. Wie würde sich beispielsweise dieser Effekt entwickeln, wenn gleichzeitig ein gezieltes staatliches Investitionsprogramm umgesetzt würde? Und wie gestalten sich diese Effekte, wenn es gelingt, wichtige Handelspartner – auf europäischer Ebene oder etwa im Rahmen der G7 – mit einzubinden?

Deutlich wurde zudem, dass in einem ausschließlichen Simulationsexperiment kein methodischer Ansatz zur Auswahl eines optimalen Steuersatzes verfolgt werden kann. Für eine weitergehende Diskussion und Auswahl diesbezüglich notwendiger Optimierungskriterien wären verschiedenste Aspekte zu betrachten, deren individuelle Abwägung ebenfalls zukünftigen Studien vorbehalten bleibt.

Abschließend sei daran erinnert, dass die hier vorgestellten Modellexperimente auf eine Betrachtung der aggregierten abiotischen Rohstoffanspruchnahme beschränkt bleiben mussten. Wie die

Diskussion individueller Simulationsergebnisse verdeutlichte, konnte in Ermangelung allgemein akzeptierter Kritikalitätsmaße für einzelne Rohstoffkategorien kein anderes Vorgehen gewählt werden. Hierzu sei ausdrücklich angemerkt, dass letztlich sämtliche ökologischen Analysen der Rohstoffnutzung vor der Herausforderung stehen, eine angemessene Gewichtung der Substitutionseffekte zwischen verschiedenen Rohstoffkategorien vorzunehmen. Für die Zukunft wäre es daher wünschenswert, wenn entsprechende Forschungsarbeiten stetig vorangetrieben würden.

6. Quellenverzeichnis

- Böhler-Baedeker, S., Dispan, J., & Meißner, H.-R. (2010). *Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Herausforderungen und Perspektiven für den Strukturwandel im Automobilssektor*. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Bringezu, S., & Schütz, H. (2013). *Ziele und Indikatoren für die Umsetzung von ProgRess*. Arbeitspapier AS 1.2/1.3 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de.
- Bringezu, S., & Schütz, H. (2014). *Indikatoren und Ziele zur Steigerung der Ressourcenproduktivität*. Arbeitspapier 1.4. im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de.
- Chateau, J., & Dellink, R. (2012). *Long-term economic growth and environmental pressure: Reference scenarios for future global projections*. OECD Environment Directorate, Environment Policy Committee: ENV/EPOC/WPCID (2012)6.
- Distelkamp, M., & Meyer, M. (2014). *Report about resource reduction cost curves for material consumption in different MS and sectors*. Deliverable D1.4 for the project Policy Options for a Resource Efficient Economy (POLFREE). www.polfree.eu.
- Distelkamp, M., Meyer, B., & Wolter, M. (2005). Wirkung einer Materialinputsteuer auf Ressourcenbedarf, Wachstum und Beschäftigung. In Aachener Stiftung Kathy Beys, *Ressourcenproduktivität als Chance - Ein langfristiges Konjunkturprogramm für Deutschland* (S. 63-130). Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Dosch, K. (2005). Große Chancen mit Ressourcenproduktivität. *Ökologisches Wirtschaften*, 4, S. 43-46.
- Gilli, M., & Schumann, E. (2012). Heuristic optimisation in financial modelling. *Annals of Operations Research*, 193(1), S. 129-158.
- IEA. (2012). *Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System*. Paris.
- Kriegler, E., O'Neill, B., Hallegatte, S., Kram, T., Lempert, R., Moss, R., et al. (2012). The need for and use of socio-economic scenarios for climate change analysis: A new approach based on shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change*, 22(4), S. 807-822.
- Maringer, D. G., & Meyer, M. (2008). Smooth Transition Autoregressive Models - New Approaches to the Model Selection Problem. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 12(1), S. 1-21.
- Meyer, B., Distelkamp, M., & Beringer, T. (2015). *Report about integrated scenario interpretation - GINFORS / LPJmL results*. Deliverable D3.7a for the project Policy Options for a Resource Efficient Economy (POLFREE). www.polfree.eu.

- Meyer, B., Meyer, M., & Distelkamp, M. (2012). Modeling green growth and resource efficiency: new results. *Mineral Economics*, 24(2), 145-154.
- Meyer, M. (2015). *Simulationsergebnisse: Entwicklung der Rohstoffnutzung in Deutschland unter verschiedenen Rahmenbedingungen sowie Betrachtung der ökonomischen und ökologischen Effekte ausgewählter Handlungsansätze*. Arbeitspapier 3.4 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de.
- Meyer, M., & Meyer, B. (2013). *Impact of the current economic instruments on economic activity. Understanding the Existing Climate Policy Mix*. Deliverable 2.6 for the project CECILIA2050. cecilia2050.eu.
- Meyer, M., Meyer, B., & Walter, H. (2015). *Dokumentation des Analyserahmens: Modellstruktur, Baselineannahmen und Implementation der Maßnahmen*. Arbeitspapier 3.3 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de.
- Moss, R., Edmonds, J., Hibbard, K., Manning, M., Rose, S., van Vuuren, D., et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*(463), S. 747-756.
- O'Neill, B., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K., Hallegatte, S., Carter, T., et al. (2014). A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change*, 122(3), S. 387-400.
- Plattner, D. (2008). Die Nachfrage nach Wohnraum. In KfW-Research, *Mittelstands- und Strukturpolitik* (Bd. 40, S. 22-41). Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe.
- Statistisches Bundesamt (a). (2015). *Anteil der Industrie am BIP seit 20 Jahren nahezu konstant*. Pressemitteilung vom 08.04.2015 - 124/15. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (b). (2015). *Außenhandel: Exporte und Importe (Spezialhandel) nach den Güterabteilungen des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken 2014. Vorläufige Ergebnisse*. Wiesbaden. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Aussenhandel/Handelswaren/Tabellen/EinfuhrAusfuhrGueterabteilungen.html>. Abrufdatum: 28.07.2015.
- Statistisches Bundesamt (c). (2015). *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Input-Output-Rechnung 2010 (Revision 2014)*. Fachserie 18, Reihe 2. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (d). (2015). *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Inlandsproduktsberechnung - Detaillierte Jahresergebnisse 2014*. Fachserie 18, Reihe 1.4. Wiesbaden.

- Statistisches Bundesamt (e). (2015). *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Input-Output-Rechnung 2011 (Revision 2014)*. Fachserie 18, Reihe 2, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt. (2014). *Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall*. Wiesbaden.
- van Vuuren, D., Riahi, K., Moss, R., Edmonds, J., Thomson, A., Nakicenovic, N., et al. (2012). A proposal for a new scenario framework to support research and assessment in different climate research communities. *Global Environmental Change*, 22(1), S. 21-35.
- Verband der Automobilindustrie. (2015). *Export: In diese Länder wurden 2014 insgesamt 4.303.127 Pkw exportiert.* <https://www.vda.de/de/services/zahlen-und-daten/jahreszahlen/export.html>. Abrufdatum: 28.07.2015.
- Wiebe, K. S., Bruckner, M., Giljum, S., Lutz, C., & Polzin, C. (2012). Carbon and Materials Embodied in the International Trade of Emerging Economies: A Multiregional Input-Output Assessment of Trends Between 1995 and 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 16(4), S. 636-646.
- Winker, P., & Gilli, M. (2004). Applications of optimization heuristics to estimation and modelling problems. *Computational Statistics & Data Analysis*, 47(2), S. 211-223.

7. Anhang

7.1. Klassifikationen

59 Gütergruppen (ISIC Rev. 3) ²⁶		
1	1	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd
2	2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen
3	5	Fische und Fischereierzeugnisse
4	10	Kohle und Torf
5	11	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung
6	12	Uran- und Thoriumerze
7	13	Erze
8	14	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse
9	15	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke
10	16	Tabakerzeugnisse
11	17	Textilien
12	18	Bekleidung
13	19	Leder und Lederwaren
14	20	Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)
15	21	Papier, Pappe und Waren daraus
16	22	Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger
17	23	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt und Brutstoffe
18	24	Chemische Erzeugnisse
19	25	Gummi- und Kunststoffwaren
20	26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
21	27	Metalle und Halbzeug daraus
22	28	Metallerzeugnisse
23	29	Maschinen
24	30	Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen
25	31	Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.
26	32	Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte, elektronische Bauelemente
27	33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren
28	34	Kraftwagen und Kraftwagenteile
29	35	Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u.a.)
30	36	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u.ä.
31	37	Sekundärrohstoffe
32	40	Energie (Strom, Gas) und Dienstleistungen der Energieversorgung

²⁶ Spalte 1 in Tabelle 13 enthält eine fortlaufende Nummer; Spalte 2 beschreibt die gemäß ISIC Rev. 3 verwendete Bereichsnummer.

33	41	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung
34	45	Bauarbeiten
35	50	Handelsleistungen mit Kraftfahrzeugen; Reparaturen, an Kraftfahrzeugen; Tankleistungen
36	51	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen
37	52	Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern
38	55	Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen
39	60	Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen
40	61	Schiffahrtsleistungen
41	62	Luftfahrtleistungen
42	63	Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr
43	64	Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen
44	65	Dienstleistungen der Kreditinstitute
45	66	Dienstleistungen der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)
46	67	Dienstleistungen des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes
47	70	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens
48	71	Dienstleistungen der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)
49	72	Dienstleistungen der Datenverarbeitung und von Datenbanken
50	73	Forschungs- und Entwicklungsleistungen
51	74	Unternehmensbezogene Dienstleistungen
52	75	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
53	80	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen
54	85	Dienstleistungen des Gesundheits-, Veterinär und Sozialwesens
55	90	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- und sonstige Entsorgungsleistungen
56	91	Dienstleistungen von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä.
57	92	Kultur-, Sport- und Unterhaltungsdienstleistungen
58	93	Sonstige Dienstleistungen
59	95	Dienstleistungen privater Haushalte

Tabelle 13: Klassifikation der Gütergruppen im GINFORS Modell

35 Wirtschaftszweige (ISIC Rev. 3)		
1	AtB	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und und Fischzucht
2	C	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
3	15t16	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung
4	17t18	Textil- und Bekleidungsgewerbe
5	19	Ledergewerbe
6	20	Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln)
7	21t22	Papier-, Verlags- und Druckgewerbe
8	23	Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen
9	24	Chemische Erzeugnisse
10	25	Gummi- und Kunststoffwaren
11	26	Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
12	27t28	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen
13	29	Maschinenbau
14	30t33	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen; Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik, Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä., Rundfunk- und Nachrichtentechnik, Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren
15	34t35	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, sonstiger Fahrzeugbau
16	36t37	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen; Recycling
17	E	Energie- und Wasserversorgung
18	F	Baugewerbe
19	50	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern
20	51	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
21	52	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen); Reparatur von Gebrauchsgütern
22	H	Gastgewerbe
23	60	Landverkehr; Transport in Rohrfernleitungen
24	61	Schifffahrt
25	62	Luftfahrt
26	63	Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr; Verkehrsvermittlung
27	64	Nachrichtenübermittlung
28	J	Kredit- und Versicherungsgewerbe
29	70	Grundstücks- und Wohnungswesen

30	71t74	Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal Datenverarbeitung und Datenbanken Forschung und Entwicklung Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen, anderweitig nicht genannt
31	L	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
32	M	Erziehung und Unterricht
33	N	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen
34	O	Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen
35	P	Private Haushalte mit Hauspersonal

Tabelle 14: Klassifikation der Wirtschaftszweige im GINFORS Modell

7.2. Ergänzende Abbildungen zu sektoralen Details der Modellrechnungen

Detailauswertungen der realen Bruttonproduktion

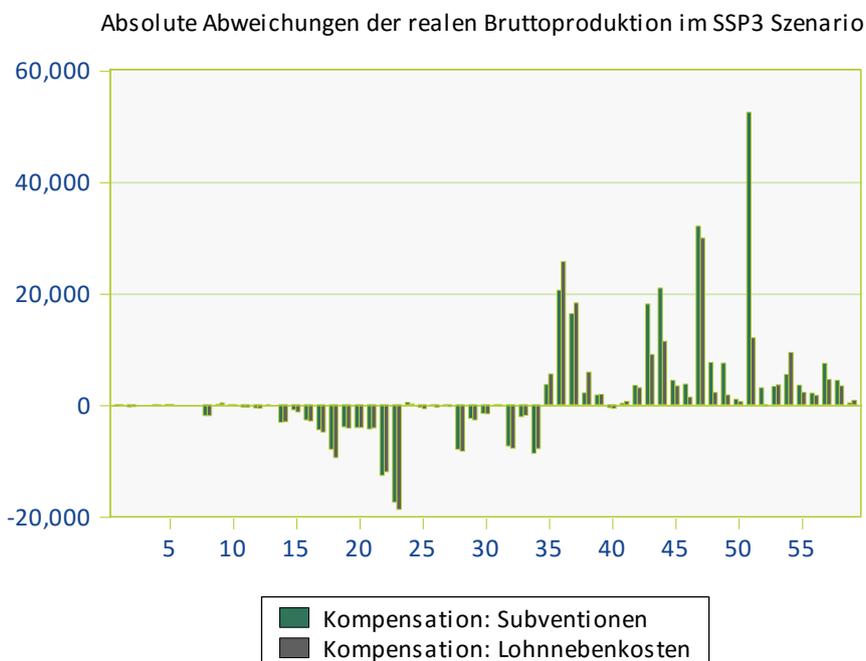
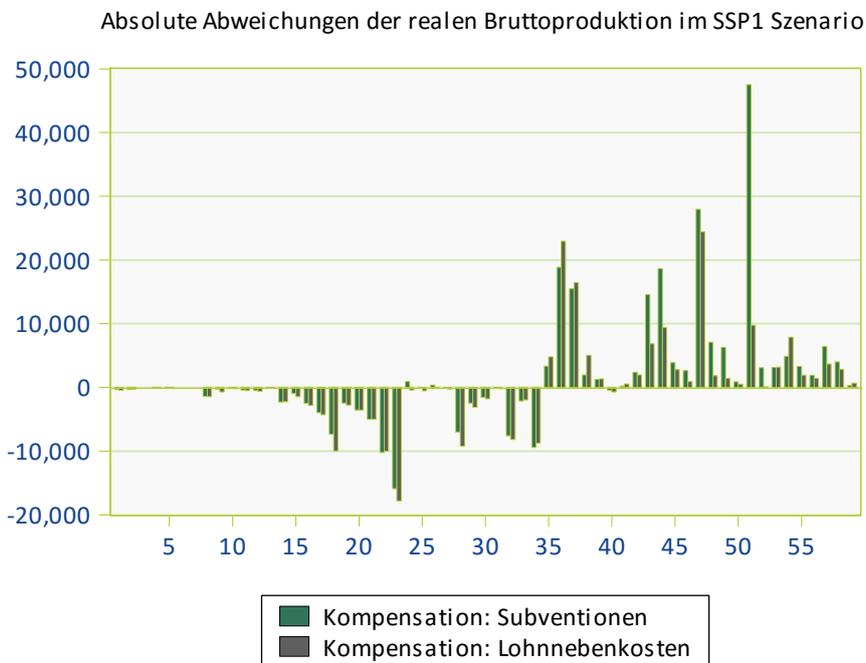
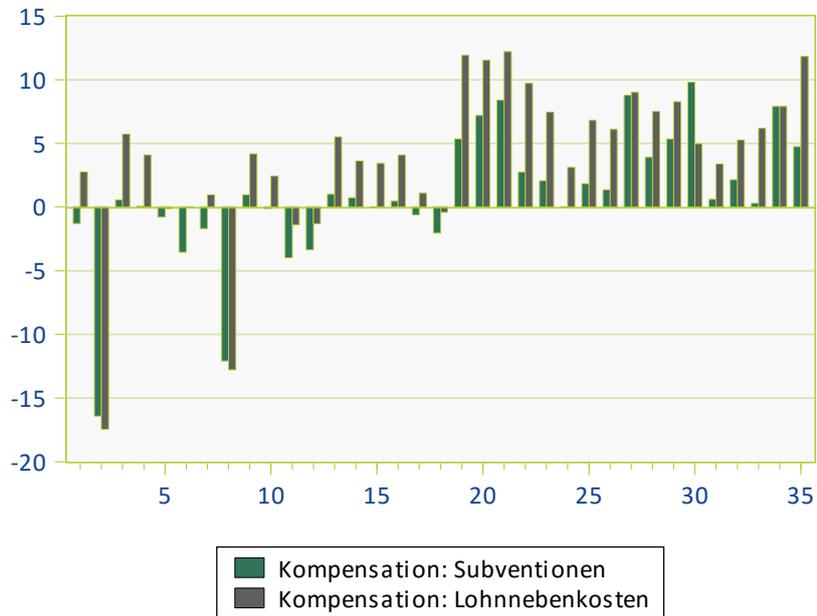


Abbildung 34: Entwicklung des Güteraufkommens im Detail, arithmetisches Mittel der absoluten Abweichungen.
Quelle: Eigene Berechnungen

Detailauswertungen der Erwerbstätigenzahl

Relative Abweichungen der Erwerbstätigenzahl im SSP1 Szenario



Relative Abweichungen der Erwerbstätigenzahl im SSP3 Szenario

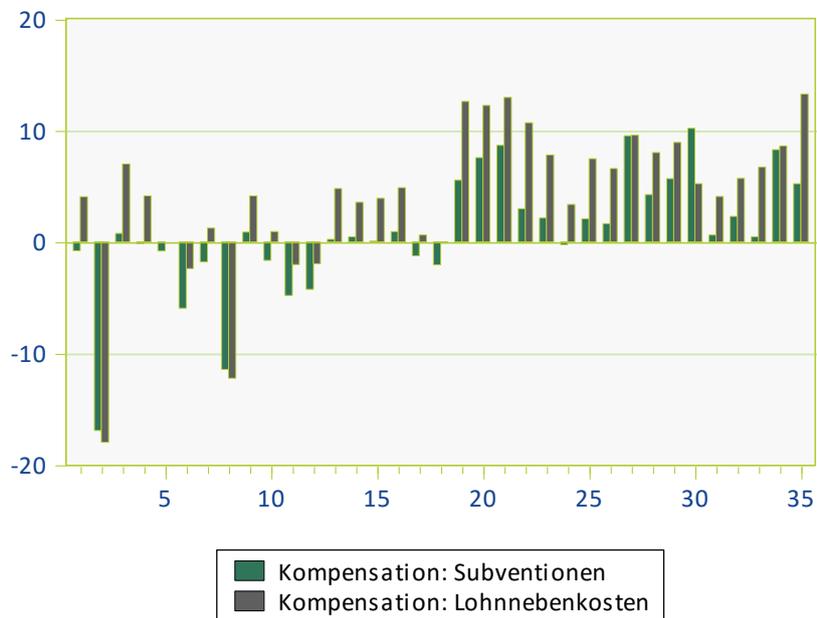


Abbildung 35: Entwicklung der sektoralen Beschäftigung, arithmetisches Mittel der relativen Abweichungen (in %)
 Quelle: Eigene Berechnungen

Detailauswertungen der Erwerbstätigenzahl

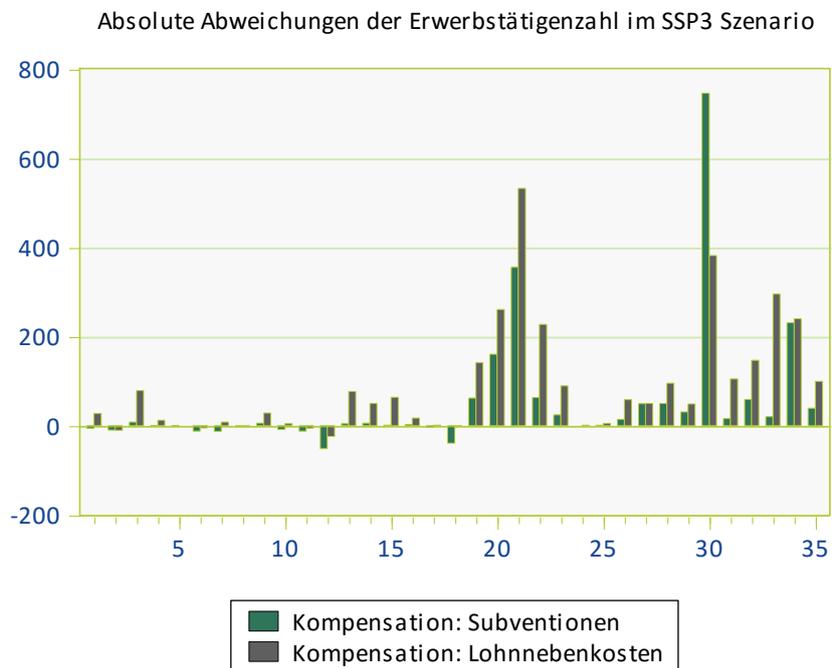
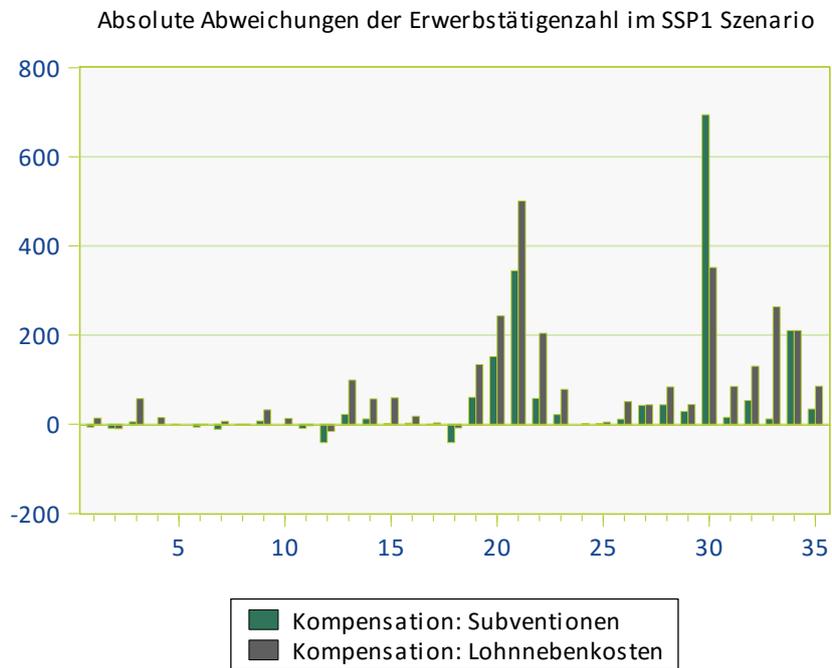


Abbildung 36: Entwicklung der sektoralen Beschäftigung, arithmetisches Mittel der absoluten Abweichungen (1000 Erwerbstätige).

Quelle: Eigene Berechnungen