

UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG

03/2019

Beschäftigungschancen auf dem Weg zu einer Green Economy – szenarienbasierte Analyse von (Netto-)Beschäftigungs- wirkungen

Abschlussbericht



UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG 03/2019

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3712 14 101
UBA-FB 002730

Beschäftigungschancen auf dem Weg zu einer Green Economy – szenarienbasierte Analyse von (Netto-) Beschäftigungswirkungen

von

Ulrike Lehr
Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH, Osnabrück

Dietmar Edler
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin

Philip Ulrich
Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH, Osnabrück

Jürgen Blazejczak
Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin

Christian Lutz
Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH, Osnabrück

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Stresemannstr. 128 – 130
10117 Berlin
service@bmu.bund.de
www.bmu.bund.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH
Heinrichstr. 30
49080 Osnabrück

Abschlussdatum:

Oktober 2015

Redaktion:

Fachgebiet I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen,
nachhaltiger Konsum
Dr. Frauke Eckermann

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1865-0538

Dessau-Roßlau, Juli 2019

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den
Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Das Bild einer zukünftigen Green Economy ist geprägt von einer umfassend ökologisch modernisierten Wirtschaft, die zum einen insbesondere hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Emissionsreduktion, Steigerung von Energie- und Rohstoffproduktivität, Produktgestaltung sowie der entsprechenden Umstellung von Wertschöpfungsketten den Anforderungen an einen nachhaltigen Zukunftsentwurf genügt und zum anderen neue Beschäftigungschancen eröffnet. Gerade weil es sich um einen umfassenden Transformationsprozess handelt, sind die Auswirkungen dieses Prozesses insgesamt oftmals unsicherer als die Entwicklungen in einigen Teilbereichen.

Heimische Produktion und Bereitstellung von Dienstleistungen, Integration von Wertschöpfungsketten und Erfolg auf internationalen Märkten stellen sich auch bei einer Green Economy als die ausschlaggebenden Faktoren für positive gesamtwirtschaftliche Effekte heraus. Insbesondere der letzte Punkt wird in diesem Beitrag detailliert beleuchtet. Auf welchen Märkten hat Deutschland derzeit eine gute Ausgangsposition und wie wird sich dieser Markt – und Deutschlands Position – zukünftig entwickeln? Allerdings sind es vor allem auch im Inland ergriffene Maßnahmen, die sich auf die Investitionssicherheit von Industrie und Dienstleistern auswirken und die Weichen für die zukünftige Entwicklung im Übergang zur Green Economy stellen. Daher werden für drei Maßnahmenbündel die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen, insbesondere jedoch die Nettobeschäftigung, modellgestützt ermittelt. Die stärkere Betonung von Effizienz, Maßnahmen zur Lärmabsenkung und Emissionsverminderung im Verkehr und weniger Flächennutzung sowie eine Stärkung des Ökolandbaus wurden detailliert untersucht. Die Gesamtbilanz ist in den meisten Fällen positiv. Der Übergang zu einer Green Economy lässt sich auch an einem Industriestandort wie Deutschland mit positiven wirtschaftlichen Effekten und Mehrbeschäftigung verbinden.

Abstract

The idea of a future green economy is characterized by a comprehensively ecologically modernized economy, which meets the requirements for a sustainable future, especially with regard to resource consumption, emission reduction, increasing energy and raw material productivity, product design and the corresponding conversion of value chains and in addition opens new employment opportunities. Because it is a comprehensive transformation process, the overall impact on the economy is often less certain than the developments in single sectors. The analysis in this report employs an environmental economic model to show the effects of different scenarios in a macroeconomic and sector specific perspective.

Domestic production and provision of services, integration of value chains and success on international markets are also emerging as the drivers of positive macroeconomic effects in a green economy. In particular, the last point is discussed in detail in this report. In which markets does Germany currently have a good starting position and how will this market - and Germany's position - develop in the future? These questions are answered. However, it is above all domestic measures which have an impact on the investment security of industry and service providers and set the course for future development in the transition to a green economy. Therefore, for three sets of measures, the macroeconomic effects, and in particular the net employment, are modeled. The increased emphasis on efficiency, measures to reduce noise and emissions in transport and less land use, as well as a strengthening of organic farming were examined in detail. The overall balance is positive in most cases. The transition to a green economy can come with positive economic effects and more employment in an industrial location such as Germany.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis.....	10
Abkürzungsverzeichnis.....	12
Zusammenfassung	14
Summary	24
1 Einleitung.....	34
2 Gesamtwirtschaftliche Effekte von Klimaschutz und nachhaltigem Wirtschaften in der Literatur	36
2.1 Treiber und Rahmenbedingungen in der Literatur.....	39
2.2 Positive und negative Einflussfaktoren – die Ausgestaltung von flankierenden Maßnahmen.....	42
3 Welthandel mit Umweltschutzbezogenen und Zukunftstechnologiegütern	46
3.1 Fragestellung und Vorgehensweise.....	46
3.2 Modellstruktur	46
3.2.1 Überblick	46
3.2.2 Ländergruppen.....	47
3.2.3 Gütergruppen.....	48
3.3 Ex-Post-Analyse für das Jahr 2012	51
3.3.1 Importanteile	51
3.3.2 Lieferanteile.....	53
3.3.3 Exporte	59
3.4 Exportreferenzszenario bis 2030	60
3.4.1 Annahmen	60
3.4.2 Ergebnisse	61
3.5 Sensitivitätsrechnungen	61
3.5.1 Geringeres weltwirtschaftliches Wachstum	61
3.5.2 Verringerte Importanteile	66
3.6 Übergang zu einer Green Economy und Exporterfolge.....	69
3.7 Zusätzliche Exporte in den Exportszenarien.....	70
4 Modellgestützte Szenarienvergleiche und die Berechnung der Nettobeschäftigung	75
4.1 Das Referenzszenario	75
4.2 Zum Begriff der Kosten des Nicht-Handelns	77
4.3 Die Themenfelder und die Modellierung	78
5 Wege in eine effizientere Welt	82

5.1	Vorliegende Arbeiten zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten von mehr Effizienz.....	82
5.1.1	Energieeffizienz.....	82
5.1.2	Material- bzw. Ressourceneffizienz.....	83
5.2	Simulation der Nettobeschäftigung auf dem Weg in eine effizientere Welt	84
5.2.1	Treiber und Rahmenbedingungen im Modell.....	84
5.2.2	Beschreibung des Effizienzszenarios - Ausgangsdaten und Annahmen.....	85
5.2.2.1	Ausgangsdaten – Gebäude	85
5.2.2.2	Modellierung der Gebäudesanierung	86
5.2.2.3	Ausgangsdaten – Industrie	86
5.2.2.4	Modellierung der Aktivitäten der Industrie	87
5.2.2.5	Ausgangsdaten – Rohstoffeffizienz	88
5.2.2.6	Modellierung der Rohstoffeffizienz	89
5.2.2.7	Ausgangsdaten – Verteilungsgerechtes Energiesparen	89
5.2.2.8	Modellierung – Verteilungsgerechtes Energiesparen	90
5.2.2.9	Ausgangsdaten – Energieeffizienz im öffentlichen Sektor	90
5.2.2.10	Modellierung Energieeffizienz öffentlicher Sektor	91
5.2.2.11	Zusammenfassung des Maßnahmenbündels im Szenario	91
5.2.3	Wirtschaftliche Auswirkungen entlang des Wegs in eine effizientere Welt.....	92
5.3	Beschäftigungswirkungen in den Exportszenarien	97
5.4	Nichthandeln	99
6	Effizienter, leiser und mit Strom – Nachhaltigere Mobilität.....	100
6.1	Beschäftigung durch umweltorientierte Veränderungen im Verkehrssektor in der Literatur	100
6.2	Nettobeschäftigung durch nachhaltigere Mobilität.....	104
6.2.1	Treiber und Rahmenbedingungen	104
6.2.2	Beschreibung des Szenarios zur nachhaltigeren Mobilität.....	104
6.2.2.1	Ausgangsdaten – Energieverbrauch Straßenverkehr	104
6.2.2.2	Reduktion der Verbräuche der Pkw-Neuzulassungen im Modell	105
6.2.2.3	Ausgangsdaten – Einsatz von elektrischen Antrieben in Personenkraftfahrzeugen	106
6.2.2.4	Modellierung – Einsatz von elektrischen Antrieben in Personenkraftfahrzeugen	107
6.2.2.5	Ausgangsdaten – Reduktion von Lärmbelastung	110
6.2.2.6	Modellierung – Reduktion von Lärmbelastung	111
6.2.2.7	Ausgangsdaten – Erhöhung der Lkw-Maut	113

6.2.2.8	Modellierung – Erhöhung der Lkw-Maut	113
6.2.2.9	Ausgangsdaten – Verbesserung der Radinfrastruktur	114
6.2.2.10	Modellierung – Verbesserung der Radinfrastruktur	114
6.2.3	Wirtschaftliche Auswirkungen entlang des Wegs zu einer grüneren Mobilität: Gesamtwirtschaft, Beschäftigung und Nachhaltigkeit.....	114
6.3	Beschäftigung in den Exportszenarien	119
7	Ökologische Landwirtschaft und sparsamer Umgang mit Flächen	121
7.1	Beschäftigung durch grüne Flächennutzung in der Literatur.....	121
7.2	Beschreibung des Szenarios „grünere Boden- und Flächennutzung“	122
7.2.1	Daten zum Ökolandbau	122
7.2.2	Abbildung von Ökolandbau im Modell.....	123
7.2.2.1	Veränderungen in den Vorleistungsbezügen	123
7.2.2.2	Arbeitseinsatz und Arbeitskräfte	125
7.2.2.3	Erträge und Preise	126
7.2.2.4	Förderung und Subventionen	126
7.2.2.5	Annahmen zu den Änderungen durch den Übergang zu mehr Ökolandbau	127
7.2.3	Daten zur Neubesiedlungsabgabe.....	129
7.2.4	Die Modellierung der Neubesiedlungsabgabe.....	130
7.3	Wirtschaftliche Auswirkungen einer grüneren Landnutzung.....	131
7.3.1	Ökologischer Landbau	131
7.3.2	Flächensparen.....	132
7.3.3	Zusammenfassung	134
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	135
9	Quellenverzeichnis.....	137
10	Anhang 1.....	143
11	Anhang 2.....	146

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Modellstruktur des DIW-Welthandelsmodells	47
Abbildung 2:	Ablauf einer gesamtwirtschaftlichen Modellanalyse	81
Abbildung 3:	Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumwärme insgesamt und im Verhältnis zur Wohnfläche im Bestand.....	85
Abbildung 4:	Entwicklung der Energieintensität in der Industrie	87
Abbildung 5:	Entwicklung des Rohstoffverbrauchs und der Intensität für die Nutzung von Baumaterialien	89
Abbildung 6:	Wirkungszusammenhänge im Szenario.....	92
Abbildung 7:	BIP, Investitionen, Konsum und Beschäftigung auf dem Weg zu einer effizienteren Welt – Prozentuale Abweichung von der Referenz	93
Abbildung 8:	Nachhaltigkeitsindikatoren im Vergleich (Abweichungen zur Referenz in %)......	95
Abbildung 9:	Rohstoffeinsatz im Szenario in prozentualer Abweichung zur Referenz.....	96
Abbildung 10:	Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario „Effizientere Welt“ in relativer Abweichung von der Referenz.....	97
Abbildung 11:	Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario „Effizientere Welt, Berücksichtigung von Exporten“ in relativer Abweichung von der Referenz	98
Abbildung 12:	Energieverbrauchsindikatoren – prozentuale Abweichungen zwischen dem Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ mit und ohne zusätzliche Exporte	99
Abbildung 13:	Entwicklung der Energieintensität des Personenverkehrs insgesamt	105
Abbildung 14:	Veränderung der Durchschnittsverbräuche von Pkw im Bestand bis 2014 und Normverbräuchen von Neuzulassungen bis 2014 sowie Szenarienannahmen bis 2020/2030	106
Abbildung 15:	Entwicklung der Neuzulassungen von Pkw für eine Auswahl an Kraftstoffarten in Tsd. Fahrzeuge sowie Anteil an den gesamten Neuzulassungen im Jahr 2014.....	107
Abbildung 16:	Das System der lärmabhängigen Trassenpreise im Schienengüterverkehr	111
Abbildung 17:	Verteilung der Trassenkilometer auf unterschiedliche technische Zustände der Güterwagen in der Referenz und dem Szenario zur nachhaltigen Mobilität	112
Abbildung 18:	BIP, Investitionen, Konsum und Beschäftigung im Szenario zur nachhaltigen Mobilität – Prozentuale Abweichung von der Referenz	115

Abbildung 19:	Nachhaltigkeitsindikatoren im Vergleich (Abweichungen zur Referenz in %)	116
Abbildung 20:	Abweichungen des Energieverbrauchs im Vergleich zur Referenz, absolute Abweichungen in TJ	117
Abbildung 21:	Auswirkungen der Maßnahmen im Verkehr auf die Beschäftigung insgesamt, absolute Differenz von der Referenz als Ergebnis von Sensitivitätsrechnungen	118
Abbildung 22:	Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario zur nachhaltigen Mobilität in relativer Abweichung von der Referenz	119
Abbildung 23:	Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario zur nachhaltigen Mobilität unter Berücksichtigung zusätzlicher Exporte in relativer Abweichung von der Referenz	120
Abbildung 24:	Entwicklung des Ökolandbau-Anteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF), 1996 bis 2013, Trend und Ziel bis 2030	122
Abbildung 25:	Flächenanteile und Arbeitsintensitäten in der Landwirtschaft 2013	126
Abbildung 26:	Entwicklung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr in Deutschland	130
Abbildung 27:	Wirkung der Neubesiedelungsabgabe auf die Flächeninanspruchnahme nach Nutzungsarten	133

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ausgewählte Studien mit ökonomischer Wirkungsanalyse (inkl. Beschäftigungswirkungen)	40
Tabelle 2:	Zusammenfassung Literaturlauswertung	43
Tabelle 3:	Übersicht über die Ländergruppen des DIW Welthandelsmodells.....	48
Tabelle 4:	Zuordnung der umweltschutzbezogenen Güter (USB-Güter) zu Umweltschutzbereichen	50
Tabelle 5:	Zuordnung der Zukunftstechnologiegüter (ZT-Güter) zu Zukunftsmärkten.....	51
Tabelle 6:	Importe von USB- und ZT-Gütern als Anteil am BIP 2012 in % ...	52
Tabelle 7:	Anteile der Ländergruppen am Welthandel mit USB- und ZT-Gütern 2012 in %.....	53
Tabelle 8:	Importe von USB-Gütern aus Deutschland als Anteil an allen Importen (Lieferanteile Deutschlands) von USB-Gütern 2012 in %.....	55
Tabelle 9:	Importe von ZT-Gütern aus Deutschland als Anteil an allen Importen (Lieferanteile Deutschlands) von ZT-Gütern 2012 in %.....	57
Tabelle 10:	Exporte Deutschlands von USB- und ZT-Gütern 2012 in Mrd. US\$2010.....	60
Tabelle 11:	Welthandelsanteil Deutschlands unter status-quo Bedingungen* in %	61
Tabelle 12:	Auswirkungen geringeren weltwirtschaftlichen Wachstums für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario	62
Tabelle 13:	Auswirkungen geringeren wirtschaftlichen Wachstums in Industrie- und Nicht-Industrieländern für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario.....	63
Tabelle 14:	Auswirkungen geringeren Wachstums in Industrie- und Nicht-Industrieländern für deutsche Exporte von USB- und ZT-Gütern nach Gütergruppen, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario in %	64
Tabelle 15:	Auswirkungen geringerer weltweiter Importquoten für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario	66
Tabelle 16:	Auswirkungen geringerer Importquoten in Industrie- und Nicht-Industrieländern für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario.....	67
Tabelle 17:	Auswirkungen geringerer weltweiter Importquoten für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario	68

Tabelle 18:	Zuordnungsmatrix zwischen Exportgütergruppen und Green Economy Maßnahmen71
Tabelle 19:	Veränderung der Welthandelsanteile und zusätzliche Exporte in den Szenarien Simulationsrechnungen mit dem Welthandelsmodell Differenzen zwischen Politik- und Referenzszenario73
Tabelle 20:	Zusätzliche Exporte in den Politikszenarios gegenüber dem Referenzszenario in Mrd. US\$201074
Tabelle 21:	Übersicht über die Ziele des Energiekonzepts und die entsprechenden Werte der Referenzprognose (Referenzszenario) und im AMS (Öko-Institut & Fh-ISI 2015) sowie für die Emissionen die Werte des Mit-Maßnahmen-Szenarios des Projektionsberichts76
Tabelle 22:	Übersicht über die Szenarienannahmen zu einzelnen Themenfeldern und -clustern79
Tabelle 23:	Eingesetzte Mittel im Rahmen des KfW-Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ für die Jahre 2010 bis 2012.....86
Tabelle 24:	Überblick über die Energieeinsparungen (Bottom-up) von ausgewählten Maßnahmen im öffentlichen Sektor.....91
Tabelle 25:	Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland (Auszug).....94
Tabelle 26:	Verschiebung in den Neuzulassungen und im Bestand in der Referenz und unter Ausbau der Elektromobilität 108
Tabelle 27:	Veränderungen in den Vorleistungen und Inputkoeffizienten..124
Tabelle 28:	Annahmen zu wichtigen Eckgrößen 128
Tabelle 29:	Abweichungen gesamtwirtschaftlicher Größen im Szenario „Neubesiedlungsabgabe“ gegenüber der Referenz 132
Tabelle 30:	Länderliste 143
Tabelle 31:	Importe von ZT-Gütern aus Deutschland als Anteil an allen Importen (Lieferanteile Deutschlands) von ZT-Gütern 2012 in % nach ausgewählten Ländern 146

Abkürzungsverzeichnis

AMS	Aktuelle-Maßnahmen-Szenario
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
BfEE	Bundesstelle für Energieeffizienz
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BRICS	Vereinigung aufstrebender Volkswirtschaften (Brasilien, Russland, Indien, China, Südafrika)
BWS	Bruttowertschöpfung
CE	Cambridge Econometrics
COMTRADE	United Nations Commodity Trade Statistics Database
CPA2008	Classification of product by activity
Destatis	Statistisches Bundesamt
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EE	erneuerbare Energien
EED	Energie-Effizienz-Direktive
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
ELAB	Auswirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf Beschäftigung und Standortumgebung
EU28	EU-Mitgliedsstaaten
Fh-IAO	Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
Fh-ISI	Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung
GAK	Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes"
GHD	Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GP	Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken
HS	Harmonized System
ILO	Internationale Arbeitsorganisation (engl. International Labour Organization)
IMF	Internationaler Währungsfonds (engl. International Monetary Fund)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LaTPS	Lärmabhängiges Trassenpreissystem
LF	landwirtschaftlich genutzte Fläche

NE-Metall	Nicht-Eisen-Metall
NEEAP	Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (engl. Organisation for Economic Co-operation and Development)
PEV	Primärenergieverbrauch
TSI-Noise	technische Spezifikationen für die Interoperabilität zum Teilsystem „Fahrzeuge – Lärm“
UN	Vereinte Nationen (engl. United Nations)
USB	umweltschutzbezogen
WCO	Weltzollorganisation (engl. World Customs Organisation)
WHO	Weltgesundheitsorganisation (engl. World Health Organization)
ZT	Zukunftstechnologien

Zusammenfassung

Übergang zu einer Green Economy

Das Bild einer zukünftigen Green Economy ist geprägt von einer umfassend ökologisch modernisierten Wirtschaft, die zum einen insbesondere hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Emissionsreduktion, Steigerung von Energie- und Rohstoffproduktivität, Produktgestaltung sowie der entsprechenden Umstellung von Wertschöpfungsketten den Anforderungen an einen nachhaltigen Zukunftsentwurf genügt und zum anderen neue Beschäftigungschancen eröffnet.

Diese Transformation betrifft die gesamte Wirtschaft; sowohl die klassischen Bereiche, die sich teilweise neuen Anforderungen an ihre Produktpalette und an ihre Herstellungsverfahren stellen müssen, wie den Fahrzeugbau, die chemische Industrie oder die Landwirtschaft, als auch die neuen Technologien und die dazugehörigen Planungs-, Installations- und Wartungsdienstleistungen. Gerade weil es sich um einen umfassenden Transformationsprozess handelt, sind die Auswirkungen dieses Prozesses insgesamt oftmals unsicherer, als die Entwicklungen in einzelnen Teilbereichen. Für die mit der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, ihrer Wartung und Reparatur sowie der Bereitstellung von Biomasse und -kraftstoffen befassten Sektoren finden beispielsweise jährlich Schätzungen der Bruttobeschäftigung statt, eine Abschätzung der Nettobeschäftigung wird im Durchschnitt alle 2-3 Jahre durchgeführt (Lehr et al. 2015). Die Umweltschutzbeschäftigten insgesamt (Bruttobeschäftigung) werden regelmäßig geschätzt, die letzten Ergebnisse zeigen, dass ca. 5 Prozent aller Erwerbstätigen in Deutschland für den Umweltschutz arbeiteten (Edler, Blazejczak 2016). Die Bruttobeschäftigung wird in einer Ex-post-Betrachtung ermittelt, zukünftige Veränderungen, z.B. bei den Wertschöpfungsketten, bleiben außer Betracht. Die Auswirkungen auf die klassischen Wirtschaftsbereiche werden bislang eher am Rande berücksichtigt.

Die Frage nach den gesamtwirtschaftlichen Nettowirkungen einer Entwicklung hin zu einer Green Economy ist ebenso von Interesse wie die Frage nach Chancen und Risiken für einzelne Sektoren oder Wirtschaftsbereiche, nach denen z.B. Verbände und Gewerkschaften organisiert sind oder nach denen die Statistik Zahlen veröffentlicht. Diese Fragen lassen sich am besten mittels szenarienbasierter Modellanalysen bestimmen, in denen eine Entwicklung mit ausgewählten und zusätzlichen Umweltschutzmaßnahmen einer hypothetischen Entwicklung ohne diese Umweltschutzmaßnahmen gegenübergestellt wird. Dabei ist auch der Teil des Veränderungsprozesses stärker zu betrachten, der nicht durch Politikmaßnahmen getrieben wird. Der Wandel zur Green Economy wird wesentlich durch globale Trends bestimmt wie knapper werdende Ressourcen, Bevölkerungswachstum, starkes Wachstum in den Schwellenländern, Klimawandel etc. wie z.B. der GreenTech-Atlas verdeutlicht (BMU 2012a). Geschickte Umweltpolitik kann diese Trends nutzen und die positiven Auswirkungen auf den Handel verstärken. Zugleich können wie bei der Photovoltaik auch Güter der Green Economy verstärkt aus dem Ausland eingeführt werden, was wiederum die Handelsbilanz stärkt.

Bisherige Studien zu Teilmärkten einer Green Economy und zu einzelnen umweltpolitischen Maßnahmen zeichnen ein eher positives Bild der Beschäftigungschancen. Umfangreichere Analysen, die auch die Gewinner und Verlierer einer Maßnahme unter Berücksichtigung regionaler und sektoraler Wirkungen untersuchen, liegen aktuell nicht vor. Gerade in einem schnellwachsenden Wirtschaftsbereich müssen jedoch derartige Analysen regelmäßig und zügig den neuen Kostenstrukturen und Veränderungen auf den Weltmärkten angepasst werden.

Wenig untersucht ist bisher auch die Frage, welche Beschäftigungschancen sich in Deutschland aus den weltweiten Anstrengungen zur Verbesserung des Umwelt- und Klimaschutzes ergeben. Hier gilt es, die weltweiten Entwicklungen auf den Zukunftsmärkten für „grüne“ Produkte zu beleuchten und unterschiedliche Szenarien für die Exportchancen deutscher Anbieter zu entwickeln.

Der hier vorgelegte Bericht basiert auf einem von DIW und GWS durchgeführten Forschungsvorhaben aus den Jahren 2013 bis 2015. Ziel ist es, ein Bild der Beschäftigungswirkungen und der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Übergangs in eine Green Economy zu zeichnen, das möglichst umfassend die dabei auftretenden Effekte beleuchtet. Umfassend heißt hierbei nicht, dass jede mögliche Maßnahme in jedem möglichen Umweltbereich abgebildet wird, sondern typische Maßnahmen zur Ressourcenschonung, zur Lärmvermeidung oder zur Umstellung in der Flächennutzung in ihren gesamtwirtschaftlichen Wirkungen und den mit ihnen verbundenen Beschäftigungseffekten abgebildet werden.

Die für ein ökonomisches Modell wichtigen Treiber werden in Kapitel 2 beschrieben. Dort werden zunächst kurz die Definition der Green Economy und die in der Literatur diskutierten wirtschaftlichen Effekte beschrieben. Green Economy lässt sich als Querschnittsthema begreifen, das letztlich alle Wirtschaftsbereiche umfassen soll. Dies bedeutet, dass innerhalb der Green Economy verschiedene Aspekte und Zieldimensionen in Einklang gebracht werden müssen, zum Beispiel um Umwelt und Wirtschaft positiv miteinander zu verbinden. Der internationale Weg zur Green Economy ist von einer öffentlichen Diskussion begleitet, die durch Ereignisse wie Rio+20, die UN-Klimakonferenzen oder die Berichterstattung von Klimaschäden oder Unwettern wie Sturmtief Ela im Jahr 2014 oder Niklas im Jahr 2015 zum Teil erheblich geprägt wird. Die Wahrnehmung der globalen ökologischen Probleme als solche und das Drängen auf die Notwendigkeit, gemeinsame Wege zur Reduktion der Ausbeutung natürlicher Ressourcen zu finden, ist in den letzten 20 bis 30 Jahren zu einem zunehmend wichtigen Bestandteil der internationalen politischen Diskussion geworden. Das Ausmaß der globalen Herausforderung zu begreifen und die Fähigkeit zu einem Konsens in der internationalen Gemeinschaft sind ausschlaggebend für das Zustandekommen gemeinsamer Ziele und Vereinbarungen bis hin zu Verpflichtungen.

Allerdings findet diese Diskussion in einer zunehmend globalisierten Welt und vor dem Hintergrund stark expandierender Weltmärkte statt. Wirtschaftliche Interessen der Nationalstaaten bestimmen maßgeblich die globale Arbeitsteilung und die Art, wie an welchem Ort produziert wird. Sowohl die internationale Zielsetzung als auch die zunehmend internationalisierten Wertschöpfungsketten wirken sich auf die Beschäftigung aus und Produkte und Prozesse, die für die Transformation zur Green Economy gebraucht werden, sind hiervon nicht ausgenommen.

Um den Transformationsprozess konkreter zu fassen, wurden für den Übergang zur Green Economy in Deutschland folgende Handlungsfelder definiert (BMU 2012b):

- ▶ Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt sowie Ökosysteme
- ▶ Erreichen einer auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung
- ▶ Vermeidung schädlicher Emissionen und Schadstoffeinträge
- ▶ Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Ressourcen
- ▶ Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft und Schließung von Stoffkreisläufen
- ▶ Effizientere Nutzung von Energie, Rohstoffen und anderen natürlichen Ressourcen
- ▶ Reduktion des Einsatzes nicht erneuerbarer Ressourcen.

In jedem dieser Handlungsfelder liegen Chancen und Risiken für deutsche Unternehmen. Die Chancen liegen in der Entwicklung innovativer, wettbewerbsfähiger Produkte, die auf den internationalen Märkten und dem heimischen Markt erfolgreich sind. Der GreenTech-Atlas (BMU 2012a), in dem seit 2007 erfolgreiche Märkte für grüne Technologien (Zukunftsfelder für GreenTech) untersucht werden, findet sechs Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz. Zu den meisten der obengenannten Handlungsfelder finden sich die entsprechenden Technologien und Zukunftsmärkte. So werden Technologien für die umweltfreundlichen Energien und Energiespeicherung und zur Steigerung der Energieeffizienz genannt, ebenso wie technologische Lösungen für mehr Rohstoff- und Materialeffizienz und zum Schließen von Kreisläufen. Darüber hinaus gilt die nachhaltigere Mobilität als

Zukunftsmarkt, dessen Produkte zur Ressourcenschonung und zur Minderung von Emissionen beitragen. Die hohen Weltmarktanteile deutscher Unternehmen in diesen Bereichen deuten auf den guten Ruf von Green Tech aus Deutschland gerade auch im Vergleich zu anderen Ländern hin.

Wirtschaftlicher Erfolg in den Unternehmen auf den Leitmärkten geht mit positiver Beschäftigung in diesen Branchen einher. Beschäftigung dient als ein wichtiger Indikator für die soziale Dimension, denn Arbeitslosigkeit, prekäre Arbeitsverhältnisse und Leiharbeit beeinflussen Indikatoren wie die soziale Teilhabe. Oftmals findet sich die Beschäftigung in einem Branchenmix aus Technologieherstellern, Anlagenbauern, Dienstleistungsbranchen, Anwendern von grüner Technologie etc. Für einige Handlungsfelder, allen voran der Ausbau erneuerbarer Energien, wird die Beschäftigung einem jährlichen Monitoring unterzogen und ist seit einigen Jahren umfänglich untersucht (vgl. O'Sullivan et al., jährlich seit 2006, Lehr et al. 2007, 2011a, 2015). Vor allem in den Untersuchungen zum Ausbau erneuerbarer Energien ist die Unterscheidung in Brutto- und Nettoeffekte von Maßnahmen auf dem Weg zur Green Economy entwickelt worden. Während die Beschäftigung in einer Branche oder einem Wirtschaftszweig zwar abnehmen und zunehmen kann, aber immer größer oder schlimmstenfalls gleich null ist, können den positiven Auswirkungen für diese Branche negative Effekte in einer anderen Branche entgegenstehen. Der Ausbau erneuerbarer Energien belastet Unternehmen und Haushalte mit höheren Strompreisen, zunehmende Effizienzanstrengungen sind zunächst mit großen Investitionen verbunden, die sich oft etwas langsamer amortisieren als andere Investitionen von Unternehmen. Die Hinwendung zu grünem Wirtschaften impliziert die Abkehr von umweltschädigenden Produktionsverfahren und Tätigkeiten, und somit langfristig den Wegfall der Geschäftsgrundlage dort. Letztlich geht es um die Messung von Nettowirkungen, unter Einbeziehung aller anfallenden Kosten und Wechselwirkungen in der Ökonomie.

Zur Berechnung dieser Nettowirkungen werden ökonomische Modelle eingesetzt, die unterschiedliche Größen zur Bemessung der gesamtwirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit heranziehen. Allgemeine Gleichgewichtsmodelle, wie sie von internationalen Organisationen (z.B. OECD, EU, IEA), einzelnen Institutionen (z.B. dem PIK) oder im universitären Bereich eingesetzt werden, weisen Wohlfahrtsveränderungen aus und sind nur nach erheblichen Anpassungen in der Lage, auch Beschäftigungseffekte abzubilden. Dadurch können sie zwar zur Entscheidungsunterstützung bei der Abwägung zwischen verschiedenen Maßnahmen und Instrumenten mit herangezogen werden, Beschäftigungswirkungen stehen jedoch nie im Vordergrund. System Dynamics- oder makroökonomische Modelle, wie sie oft von Forschungsinstituten wie dem Fraunhofer ISI, Cambridge Econometrics oder der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung eingesetzt werden, definieren dagegen kein Wohlfahrtsmaß, sondern konzentrieren sich auf Veränderungen von Größen, die in den amtlichen Statistiken zu finden sind, wie BIP oder Beschäftigung (für einen Vergleich siehe Jaeger et al. 2011 oder Bassi 2009).

Die Begrifflichkeit der „Nettobeschäftigung“ wurde im Zuge der Auseinandersetzung mit ökonomischen Effekten des Ausbaus erneuerbarer Energien entwickelt. Der Ausbau erneuerbarer Energien wird hinsichtlich seiner Wirkungen auf den Arbeitsmarkt untersucht und in einem Monitoringprozess seit 2004 begleitet (Staiß et al. 2006, Lehr et al. 2011a, 2015). Dabei wurde zunächst die junge, sich neu entwickelnde Branche der Hersteller und Betreiber von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht, ihre veränderte Vorleistungsstruktur und die Beschäftigung in den beteiligten Wirtschaftszweigen. Allerdings wiesen Kritiker bald darauf hin, dass den Wirkungen des Jobmotors erneuerbarer Energien auf einige Wirtschaftsbereiche die Wirkungen des Jobkillers in anderen Wirtschaftsbereichen entgegenstehen können. Die Forderung nach der Zusammenschau dieser Wirkungen führte zur Einführung des Begriffs „Nettobeschäftigung“.

Für den Übergang zu einer Green Economy wird im Folgenden ein Referenzszenario ohne zusätzliche Maßnahmen mit verschiedenen Szenarien verglichen, die Maßnahmenbündel unter einem Leitmotto zusammenfassen. Die Leitmotive sind „Wege in eine effizientere Welt“, „Effizienter, leiser und mit

Strom – nachhaltigere Mobilität“ und „Ökologische Landwirtschaft und sparsamer Umgang mit Flächen“. Gegenüber dem heutigen Stand werden hier zusätzliche Anstrengungen in der Zukunft notwendig sein. Daher bilden wir eine Entwicklung ohne zusätzliche Maßnahmen in einem Referenzszenario ab und untersuchen die Nettobeschäftigung einer einzelnen Maßnahme oder eines Maßnahmenbündels im Vergleich zu dieser Referenz.

Überblick über die Szenarienannahmen

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Details der Szenarien. Das Referenzszenario für die vorliegende Untersuchung entspricht weitestgehend der Energiereferenzprognose (ERP-REF)(Prognos, EWI, GWS 2014). Die Energiereferenzprognose wird regelmäßig im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Energie erstellt und beschreibt die „aus Sicht der Autoren wahrscheinliche zukünftige energiewirtschaftliche Entwicklung“ (ebda. S.1). Mit Stand September 2015 sind die Energiereferenzprognose, das „Aktuelle Maßnahmen Szenario“ (AMS) aus dem Bericht zum „Klimaschutzszenario 2050, 1. Modellierungsrunde“ (Öko Institut et al. 2014) und der Projektionsbericht der Bundesregierung 2015 (Bundesregierung 2015) die aktuellen Beschreibungen einer zukünftigen Entwicklung des Energiesystems. Die Szenarien in diesen drei Untersuchungen sind in ihren wesentlichen Aussagen ähnlich: die Ziele des Energiekonzepts¹ werden ohne zusätzliche Anstrengungen nicht erreicht. Bezüglich des Endenergieverbrauchs sind die Ergebnisse von Öko Institut et al. (2014) ähnlich der Energiereferenzprognose, allerdings ist diese etwas optimistischer bezüglich der Effizienz der Stromerzeugung und somit bezüglich des Primärenergieverbrauchs.

Tabelle 1: Übersicht über die Szenarienannahmen zu einzelnen Themenfeldern und -clustern

Themenfeld	Elemente des Szenarios	Exporte
Referenzszenario	AMS beziehungsweise ERP-REF	Keine gesonderten Annahmen
Wege in eine effizientere Welt	Basis: Referenzszenario Gebäudeeffizienz +1 Mrd.Euro/a bis 2020 +2 Mrd.Euro/a bis 2030 Industrie Querschnittstechnologien Investitionen im Durchschnitt 1 Mrd.Euro/a bis 2020 130 PJ Einsparung Energieberater Material Baumineralienabgabe bis auf 4,8 Euro/t (2020) Verwendung: Förderung Res- sourceeffizienz, Beratung Stromsparcheck fortgesetzt Zukunftsinvestitionsgesetz fortgesetzt	Deutscher Welthandelsanteil bei Lärmbekämpfung, Roh- stoff-/Materialeffizienz, Mobi- lität bleibt gegenüber dem Wert von 2012 unverändert. Bei rationeller Energieverwen- dung und Energieeffizienz steigt der Welthandelsanteil um etwa einen halben Prozent- punkt an. Bei der besonders stark betroffenen Gütergruppe Mess-, Steuer-, Regeltechnik wird ein deutlicher Anstieg an- genommen (um gut 1 Prozent- punkt). Details siehe Kapitel 3

¹ <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonzept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html?nn=392516#doc133618bodyText1>

Themenfeld	Elemente des Szenarios	Exporte
Nachhaltigere Mobilität	<p>Basis: Referenzszenario</p> <p>Verbrauch Straßenverkehr Neuwagen: 3 l Benzin und 2,7 l Diesel</p> <p>Mehr elektrische Antriebe: bis 2030 auf über 21%.</p> <p>Reduktion von Lärmbelastung im Schienenverkehr (Weiter- entwicklung des LaTPS)</p> <p>Erhöhung der Lkw-Maut (33 ct/km im Jahr 2030)</p> <p>Verbesserung der Radinfra- struktur</p>	<p>Im Szenario „Nachhaltigere Mobilität“ wurde analog zum Szenario „Wege in eine effzi- entere Welt“ vorgegangen. Weniger stark betroffene Gü- tergruppen sind hier Lärmbe- kämpfung, Erneuerbare Ener- gien, Energieeffizienz und Rohstoff-/Materialeffizienz, stärker betroffen sind Mess-, Steuer-Regeltechnik und Mobi- lität.</p> <p>Details siehe Kapitel 3</p>
Ökologische Landwirtschaft und sparsamer Umgang mit Fläche	<p>Basis: Referenzszenario</p> <p>Erhöhung des Flächenanteils der ökologischen Landwirt- schaft um 10%-Punkte bis 2030</p> <p>Sektor Landwirtschaft:</p> <p>Produktionswert - 1,7% Arbeitsleistung + 0,2% Subventionen + 2,8% Verschiebung der Vorleis- tungsbezüge</p> <p>Einführung einer Neubesied- lungsabgabe: linearer Anstieg der Abgabe von 1 Euro je Quadratmeter in 2010 auf 20 Euro je Quadratmeter in 2030 (Gebäude- und Freiflä- che)</p>	<p>Keine zusätzlichen Exporte</p> <p>Keine zusätzlichen Exporte</p>

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Das erste Themenfeld trägt den Titel „Wege in eine effizientere Welt“ und stellt bewusst neben die Energieeinsparung (Wohngebäudesanierung, Energieeffizienz Industrie, Stromeffizienz privater Haushalte, Energieeffizienz öffentliche Haushalte) die Ressourcenschonung und Materialeffizienz (Baustoffe, erhöhte Materialeffizienz Industrie). Im Themenfeld Verkehr werden Maßnahmen vorgeschlagen, die den Verkehr effizienter und leiser machen sowie den Anteil der Elektromobilität erhöhen, allerdings aus vielerlei Gründen noch erheblich hinter einer vorstellbaren Nachhaltigen Mobilität zurückbleiben (mehr dazu in Kapitel 6). Im Themenfeld Boden wird zum einen die Flächennutzung an sich angesprochen, zum anderen die Verwendung der landwirtschaftlichen Fläche für den

Ökolandbau. Bezüglich des Ökolandbaus (inklusive Tierhaltung) bringt das Szenario die Landwirtschaft auf einen Zielkorridor von 20% Flächenanteil Ökolandbau.

Für die Themenfelder werden charakteristische Parameter ausgewählt und mittels statistischer Daten (ex-post) und literaturgestützter Schätzung (ex-ante) festgelegt. Nachfolgend greift die Darstellung zunächst die bisherige Regelung im jeweiligen Bereich auf und beschreibt den Status Quo. Im nächsten Schritt werden die Werte für die zukünftige Entwicklung aufgeführt und begründet.

Zusammengefasst zu Szenarien werden diese Werte in das umweltökonomische Simulationsmodell PANTA RHEI eingestellt (für eine detaillierte Beschreibung vgl. Lehr et al. 2011b). Zentrale Rahmenbedingungen sind allen Szenarien und Themenfeldern gemeinsam, hierunter fallen beispielsweise die Bevölkerungsprognose des Statistischen Bundesamts oder die internationalen Rohstoffpreise. Das Referenzszenario ist in Anlehnung an die Energierferenzprognose festgelegt, und enthält alle Maßnahmen, die bis zum Frühjahr 2014 verabschiedet waren. Zusätzliche Maßnahmen werden in den Szenarien abgebildet. Für die Verarbeitung im ökonomischen Modell müssen die gedachten zusätzlichen Ziele, Maßnahmen und Instrumente in monetäre Impulse „übersetzt“ werden. Die Differenzen in den Modellgrößen zwischen zwei Szenarien werden als Effekte des Szenarios, das die anspruchsvolleren Ziele umsetzt im Vergleich zur Referenz interpretiert.

Positive Auswirkungen auf die Beschäftigung entstehen dabei immer dann, wenn die Produktion bestimmter Güter oder Dienstleistungen zusätzlich nachgefragt wird. Dies regt oftmals weitere Nachfrage nach Vorleistungen im Inland an, so dass der Effekt größer wird als es der einfache Nachfrageeffekt vermuten lässt. Positive Wirkungen lassen sich oft entweder auf zusätzliche Investitionen oder geringere Preise für ein bestimmtes Produkt oder eine bestimmte Dienstleistung zurückführen. Steigende Preise, etwa durch Steuern und Abgaben, haben zunächst oftmals negative Wirkungen, da sie die Nachfrage nach den betreffenden Gütern verringern. Falls dies die Nachfrage nach einem arbeitsintensiveren Substitut anregt, kann sich dieser Effekt umkehren. Außerdem erzielen Steuern und Abgaben ein Aufkommen, dessen Verwendung zu positiven Beschäftigungseffekten führen kann.

Auswirkungen von Handelsaktivitäten

Neben der Binnennachfrage unterstützen Exporte die positive Beschäftigungsentwicklung in den exportierenden Sektoren. Der Welthandel wird mithilfe des DIW Welthandelsmodell abgeleitet. Treiber der deutschen Exporte von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern sind

- ▶ das Wirtschaftswachstum in den Zielländern der deutschen Exporte,
- ▶ die Importanteile der Zielländer deutscher Exporte, verstanden als die Anteile der Importe von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern am BIP dieser Länder und
- ▶ die Lieferanteile Deutschlands, definiert als Anteile der Importe von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern aus Deutschland² an den gesamten Importen dieser Güter der Zielländer.

Im Welthandelsmodell wird für einzelne oder zu Gruppen zusammengefasste Länder das Bruttoinlandsprodukt (BIP) von einem Ausgangswert aus mit Hilfe von Wachstumsraten fortgeschrieben. Die Nachfrage der Länder nach Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern wird zum Teil durch Importe aus dem Ausland gedeckt; mit dem Anteil dieser Importe am BIP und dem zuvor bestimmten BIP ergeben sich die Importe der Länder oder Ländergruppen von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern; in der Summe aller Länder ist das der Welthandel mit diesen Gütern. Die Lieferanteile

² Die Importe eines Landes aus Deutschland werden mit den deutschen Exporten in dieses Land gleichgesetzt.

Deutschlands geben an, welchen Teil ihrer Importe von Umweltschutzbezogenen (USB)- und Zukunftstechnologie (ZT)-Gütern andere Länder aus Deutschland beziehen, so dass schließlich die Exporte Deutschlands ermittelt werden können.

Für alle betrachteten Gütergruppen gilt: Selbst wenn Deutschland bei allen einzelnen Ländern bzw. Ländergruppen seinen Welthandelsanteil halten kann, sinkt der Gesamtanteil der deutschen Lieferungen in alle Länder (der deutsche Welthandelsanteil). Das liegt daran, dass der deutsche Lieferanteil in den Ländern, die in der Zukunft besonders schnell wachsen, niedriger ist als in den weniger schnell wachsenden Ländern. Technisch gesprochen stellt der Welthandelsanteil Deutschlands einen gewichteten Durchschnitt der Lieferanteile in einzelne Länder/Ländergruppen dar; das Gewichtungsschema sind die BIP-Werte der Länder/Ländergruppen; in der Zukunft ändert sich das Gewichtungsschema so, dass niedrige Lieferanteile (z.B. in Schwellenländer) mit größerem und höhere Lieferanteile (z.B. in EU-Länder) mit geringerem Gewicht in den Durchschnitt eingehen.

Eine forcierte Umweltpolitik lässt zusätzliche Exportchancen bei umweltschutzbezogenen (USB) und Zukunftstechnologie- (ZT) Gütern erwarten. Um die Wirkungen dieses Effektes aufzuzeigen, sind mit Hilfe des Welthandelsmodells Exportszenarien entwickelt worden. Diese Szenarien haben illustrativen Charakter: die Zusammenhänge zwischen Instrumenten oder Maßnahmen und zusätzlichen Exporten sind nicht quantitativ bestimmt worden, sondern werden per Annahmen gesetzt.

Zunächst ist für die weiter oben genannten Szenarien festgelegt worden, bei welchen Gruppen von USB- und ZT-Gütern eine Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und damit zusätzliche Exporte zu erwarten sind. Dabei wurde in den Szenarien „Wege in eine effizientere Welt“ und „Nachhaltigere Mobilität“ nach Instrumenten/Maßnahmen differenziert. Auf dieser Grundlage wurden die deutschen Lieferanteile an den Importen anderer Länder bzw. Ländergruppen erhöht:

- ▶ Für das Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ wurde angenommen, dass der deutsche Welthandelsanteil bei den Gütergruppen, die von den Maßnahmen etwas weniger stark betroffen sind (Lärmbekämpfung, Rohstoff-/Materialeffizienz, Mobilität), gegenüber dem Wert von 2012 unverändert bleibt. Bei den Gütergruppen, die stärker betroffen sind (rationelle Energieverwendung, Energieeffizienz), steigt der Welthandelsanteil etwas an (um etwa einen halben Prozentpunkt). Bei der besonders stark betroffenen Gütergruppe Mess-, Steuer-, Regeltechnik wird ein deutlicher Anstieg angenommen (um gut 1 Prozentpunkt). Die Lieferanteile in die einzelnen Länder/Ländergruppen wurden entsprechend nach Gütergruppen unterschiedlich stark erhöht und zwar in 2030 stärker als in 2020, wobei für Länder mit heute geringem deutschem Lieferanteil eine stärkere Erhöhung angenommen wurde.
- ▶ Im Szenario „Nachhaltigere Mobilität“ wurde analog zum Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ vorgegangen. Weniger stark betroffene Gütergruppen sind hier Lärmbekämpfung, Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Rohstoff-/Materialeffizienz, stärker betroffen sind Mess-, Steuer-Regeltechnik und Mobilität.

Die nachstehende Tabelle fasst die Annahmen und Ergebnisse für die Szenarien zusammen.

Tabelle 2: Veränderung der Welthandelsanteile und zusätzliche Exporte in den Szenarien Simulationsrechnungen mit dem Welthandelsmodell
Differenzen zwischen Politik- und Referenzszenario

	Welthandelsanteil Prozentpunkte		Deutsche Exporte Mrd. US\$2010	
	2020	2030	2020	2030
a) Effizientere Welt				
Lärmbekämpfung	0,54	0,92	0,2	0,5
Rationelle Energieverwendung	1,48	2,26	1,8	3,9
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	1,58	1,69	2,8	4,0
Zusammen			4,8	8,4
Energieeffizienz	0,66	0,80	3,6	5,9
Rohstoff-, Materialeffizienz	0,77	1,42	4,5	12,1
Nachhaltigere Mobilität	0,30	0,38	6,5	10,6
Zusammen			14,6	28,6
Insgesamt			19,4	37,0
b) Nachhaltigere Mobilität				
Lärmbekämpfung	0,54	0,92	0,2	0,5
Erneuerbare Energien	0,79	1,36	1,5	3,5
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	0,90	0,98	1,6	2,3
Zusammen			3,3	6,3
Energieeffizienz	0,11	0,01	0,6	0,1
Rohstoff-, Materialeffizienz	0,77	1,42	4,5	12,1
Nachhaltigere Mobilität	0,74	0,84	15,8	23,6
Zusammen			20,9	35,7
Insgesamt			24,2	42,1

Quelle: Szenariorechnungen mit dem Welthandelsmodell; DIW Berlin.

Die Impulse aus den Exportszenarien und den Annahmen und Eckdaten der jeweiligen Szenarien führen im Modell PANTA RHEI zu einer Vielzahl von Anpassungsreaktionen. So führt das Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ zu Effekten in den industriellen Wirtschaftszweigen, die positiv sind.

Insbesondere technologische Entwicklungen im Bereich energie- und materialeffiziente Ausrüstungen in der Industrie bieten zukünftige Exportchancen. Güter, die in Verbindung zur Steigerung der

Energie- und Materialeffizienz stehen, werden hier im Kontext von Exportchancen analysiert. Im Rahmen der Exportszenarien sind primär die umweltschutzbezogenen-Gütergruppen „Rationelle Energieverwendung“, „Mess-, Steuer- und Regeltechnik“ und „Rationelle Energieumwandlung“ von Bedeutung. Die angesprochenen Zukunftstechnologie-Gütergruppen sind „Energieeffizienz“ und „Rohstoff- und Materialeffizienz“, daneben „Nachhaltige Wasserwirtschaft“, „Umweltfreundliche Energieerzeugung und Speicherung“ sowie „Nachhaltigere Mobilität“.

Bei der Herstellung von Investitionsgütern liegt die Beschäftigung mit rund 20.000 Beschäftigten um mehr als 1,2% höher als in der Referenz. Die Herstellung von Vorleistungsgütern profitiert mit rund 10.000 Beschäftigten. Vom vermehrten Handel profitiert natürlich auch der Verkehr, mit allen seinen Konsequenzen, aber auch mit einem Plus von 12.000 Beschäftigten oder mehr als 0,6% im Jahr 2030. Dieser Effekt, aber auch die höhere wirtschaftliche Aktivität insgesamt lässt die Treibhausgasemissionen und den Energieverbrauch wieder leicht höher ausfallen, als in der Referenz.

Nachhaltigere Mobilität

Die Nettowirkungen des Szenarios zum Handlungsfeld Mobilität spiegeln die verschiedenen Einflüsse auf die Produktion, den Konsum, die Nachfrage nach Konsumgütern und die zusätzlichen Investitionen wider, sowie die Veränderungen der relativen Preise durch die Maut und die Modernisierungsprämie für leisere Güterwagens. Die Zuordnung zu den Maßnahmen im Verkehr stellt dabei eine Zuordnung zu einer Kombination von Einzeleffekten dar. Sie ist ein Ergebnis von Sensitivitätsanalysen, also Einzelberechnungen für die Maßnahmen, die den Vorteil haben, dass sie die Effekte den jeweiligen Maßnahmen zuschreibbar machen. Die Summe der Teileffekte ergibt entsprechend nicht das Gesamtergebnis für das Szenario zur nachhaltigen Mobilität, da Wechselwirkungen nicht berücksichtigt sind. So enthält der mit Lkw-Maut überschriebene Effekt bereits die Bilanz aus dämpfendem Preiseffekt und belebendem Investitionseffekt. Das Aufkommen der Maut wird im Straßen- und Radwegebau eingesetzt, und resultiert in knapp 25.000 Beschäftigten in der Bilanz. Auch der Impuls der anderen Teilaspekte des Verkehrsszenarios ist überwiegend positiv. Die zusätzlichen Investitionen durch das erweiterte Lärmabhängige Trassenpreissystem (LaTPS) sind vor allem kurzfristig höher, so dass dämpfende Preiseffekte bereits bis 2030 Teile der positiven Impulse für Beschäftigung kompensieren. Zusätzliche E-Autos führen zu abnehmenden Vorleistungsbezügen und teilweise zu zunehmenden Importen. Die Modellierung kombiniert technisch determinierte Veränderungen der Vorleistungsstruktur mit den bestehenden Stärken und Schwächen der Wirtschaftszweige, beispielsweise im Bereich der Herstellung von Batterien und anderen elektrotechnischen Komponenten eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs.

Wie bereits auf dem „Weg in eine effizientere Welt“ deutlich wurde, setzen die zusätzlichen Exporte einen positiven Impuls in allen Bereichen des Produzierenden Gewerbes. Die ausländische Nachfrage nach Pkws führt zu leicht positiver Beschäftigungswirkung auch im Sektor Fahrzeugbau. Diese beiden größten Sektoren bleiben auch unter Berücksichtigung von Exporten am wichtigsten; darüber hinaus finden sich verstärkte Reaktionen in weiteren Bereichen. Bei der Herstellung von Investitionsgütern liegt die Beschäftigung um mehr als 1,2% höher als in der Referenz. Die Herstellung von Vorleistungsgütern profitiert mit rund 10.000 Beschäftigten. Vom Außenhandel profitiert natürlich auch der Wirtschaftszweig Verkehr, mit einem geringfügigen Plus an Beschäftigung. Allgemein sind positive Abweichungen außerhalb des produzierenden Gewerbes auf die im Vergleich zur Referenz höhere gesamtwirtschaftliche Nachfrage (BIP) zurückzuführen.

Ökologische Landwirtschaft und sparsamer Umgang mit Flächen

Mit einer nachhaltigen Agrarnutzung (Ökolandbau) sowie mit einer Verminderung der Flächenversiegelung (Neubesiedlungsabgabe) werden alle mit dem Faktor Boden verknüpften Aspekte der Umweltqualität adressiert. Diese Ziele sollten entsprechend einen hohen Stellenwert für die Transformation zu einer grüneren Wirtschaft und Gesellschaft haben. Fortschritte auf diesem Gebiet erreicht

man jedoch kaum mit einer technischen Verbesserung von Ausrüstungen oder Bauten. Bodennutzung ist – noch mehr als in den Bereichen Energieeffizienz und Mobilität – abhängig von den Akteurskonstellationen und Standortbegebenheiten vor Ort. Das Szenario „Ökolandbau“ zeigt, dass Bodenschonung auch ohne starke gesamtwirtschaftliche Einbußen vorangebracht werden kann. Mehr biologischer Anbau hat sogar das Potenzial, Beschäftigung zu schaffen. Das Szenario „Neubesiedlungsabgabe“ zeigt, dass die Einführung solch einer Abgabe alleine die zunehmende Flächenversiegelung verringern kann. Ein Impuls für mehr Beschäftigung geht daraus jedoch nicht hervor, wenn die generierten Mittel wie hier im Modellkontext nicht „zweckgebunden“ wieder dem Wirtschaftskreislauf zugeführt werden können.

In beiden Szenarien wird deutlich, dass Preisauftrieb bei den wichtigen Haushaltsausgaben wie „Wohnen“ und „Nahrungsmittel“ den Konsum und damit die Gesamtwirtschaft negativ beeinflussen. Gezielte Investitionen (z.B. Fonds für Brachflächenrecycling) oder Beratungsleistungen (z.B. Wohnortberatung, Bewusstseinsbildung) können gleichzeitig Umweltwirkung entfalten und auch Beschäftigung schaffen. Viele Maßnahmen müssen jedoch regionsspezifisch erfolgen, um zielgerichtet zu sein. Sowohl „weiche“ Instrumente wie Information und Beratung als auch regionalspezifische Maßnahmen konnten hier nicht umfassend modelliert werden.

Umweltwirkungen der Szenarien / Umweltentlastung

Alle hier vorgestellten Szenarien weisen erhebliche Rückgänge bei den Treibhausgasemissionen, der Lärmbelästigung, dem Flächenverbrauch oder der Ressourcenentnahme aus. In Kombination mit den zusätzlichen Exporten verschlechtern sich einige dieser Indikatoren ein wenig infolge der höheren wirtschaftlichen Aktivität. Die Verbesserung gegenüber dem Referenzszenario bleibt jedoch in allen Szenarien bestehen.

Bei den flächennutzungsbezogenen Simulationen fällt auf, dass sich der Umweltvorteil nicht direkt in ökonomische Vorteilhaftigkeit übersetzen lässt. Zur Ermittlung der Effekte der Neubesiedlungsabgabe im Detail müssten die Substitutionsmöglichkeiten der betreffenden Flächen durch Verdichtung im städtischen Raum, Erschließen von Brachen etc. bekannt sein. Auch in anderen Bereichen ist bislang zu wenig erforscht, wie sich Veränderungen anreizen lassen und in welche Richtung sie gehen werden. Die verstärkte Nutzung des Fahrrads wird wahrscheinlich nicht allein oder zuallererst durch eine Verbesserung der Infrastruktur angereizt; letztere ist jedoch notwendig, wenn der Fahrradverkehr wächst.

Fazit

Gesamtwirtschaftliche Modelle können alternative neue Zukunftspfade so gut abbilden, wie die besten bottom-up-Szenarien diese Pfade beschreiben. Daher dienen die vorgelegten Simulationen dem Ausloten des Möglichkeitsraums und als Startpunkt für die weitere Diskussion der Aspekte der Transformation zu einer Green Economy. Als Fazit bleibt festzuhalten, dass die positiven Effekte überwiegen. Sofern Technologien die Transformation treiben, ist Deutschland gut aufgestellt, diese Technologien weiterzuentwickeln und auch auf den globalen Märkten anzubieten. Auch andere Wirtschaftszweige wie die Bauwirtschaft und eine Vielzahl von Dienstleistungen sind in der grüneren Zukunft gefragt und können sich auf steigende Nachfrage einstellen.

Nichthandeln ist in den verschiedenen Themenfeldern der Green Economy ganz unterschiedlich definierbar und lässt sich am besten untersuchen, indem man ein kontrafaktisches Szenario erstellt, das eben das Handeln auf dem Weg zu Green Economy nicht enthält. Beispiele für dieses Vorgehen werden in der Untersuchung genannt (vgl. Lehr et al. 2015, Lehr, Lutz, & Ulrich, 2013 oder ifeu, Fh-ISI, Prognos, GWS et al. 2011). Letztere finden beispielsweise ein deutlich niedrigeres BIP um fast einen Prozentpunkt im kontrafaktischen Szenario. Zu ähnlichen Resultaten kommen Lehr et al. 2015 und Lehr et al. 2012. Diese Abweichungen lassen sich als die Kosten des Nicht-Handelns interpretieren.

Summary

Transition towards a Green Economy

The vision of a future Green Economy contains the comprehensive modernization of the economy, satisfying on the one hand the challenges of a sustainable future regarding resource use, emission reduction, increase of energy and resource productivity, product design as well as the respective design of value chains and on the other hand opens new employment opportunities.

This transformation concerns the whole economy; conventional sectors, some having to adapt to new requirements regarding their products and processes, such as the automotive sector, chemical industry or agriculture, as well as new technologies and the respective services in planning, installation and operation thereof. Since this is a comprehensive transformation process, the total effects are often more uncertain than specific developments in partial sectors. For the renewable energy sectors, i.e. the producers of systems for the use of renewable energy, their operation and maintenance and the producers of biomass and biofuels, annual estimates of the respective gross employment as well as net employment each 2-3 years on average is carried out (Lehr et al. 2015). Employment from environmental protection (gross) is estimated also regularly. Latest results show that 5 per cent of the total labor force is working for environmental protection (Edler, Blazejczak 2016). Gross employment is estimated ex post, future changes e.g. along the value chains is not analyzed. Conventional sectors are not analyzed in deep detail as of yet.

Net effects of the development towards the Green Economy are of interest, as are opportunities and risks on the level of economic sectors, along which associations and trade unions but also statistics are organized. These effects can be best determined employing a model-based scenario analysis, comparing the development with selected additional environmental measures to a hypothetical scenario without 'greening'. This analysis includes the economic sector, which are prone to change but not directly targeted by policy measures. The transition to the Green Economy is influenced by global trends, such as scarce resources, population growth, growth in emerging economies, climate change and other, as the GreenTech-Atlas illustrates (BMU 2012a). Deliberate environmental policies can take advantage of these trends and collect the benefits for instance in terms of trade shares. At the same time, increasing imports, e.g. from PV cells and modules lead to an improved German trade balance.

Studies on selected sectors, markets and measures of the Green Economy have shown a positive picture of employment effects. Comprehensive analyses of winners and losers of measures also under regional and structural aspects are scarce. In a rapidly growing economic sector, these analyses should be carried out and adjusted to new cost structures and changes on the global markets.

Few studies exist on the issue of employment opportunities in Germany from global efforts to improve environmental and climate protection. In this regard, global developments on future markets for green products ought to be studied and scenarios for the export opportunities should be developed.

The following results are based on research by DIW and GWS between 2013 and 2015. The goal was to present the picture of employment effects and economic effects of the transition towards the Green Economy, which includes the complexity and richness of effects. It is more explorative than comprehensive, meaning that not each and any measure in each environmental sector is included, but prototypical measures for resource saving, reduction of noise or change in land use are simulated with their respective employment effects.

The important drivers for the economic simulation model employed are described in chapter 2. The chapter starts with the definition of the Green economy and summarizes the literature on economic

effects thereof. Green economy is a crosscutting concept, including all economic sectors. Within the Green Economy, different aspects and target definitions have to be analyzed jointly, such as the positive combination of environmental protection and economic development. The public discussion of the global path towards the Green Economy is coined by the coverage of the RIO+20 conference, the Paris agreement or the climate change damage from extreme weather events. The perception of global ecological problems and the urge to find joint paths to reduce the exploitation of natural resources has become an increasingly important part in the international political discussion over the last 20 to 30 years. To understand the extent of the global challenge and to develop the ability for consensus in the international community is crucial for joint targets and agreements or even commitments.

However, this discussion takes place against the background of an increasingly globalized world and expanding global markets. National economic interests determine the global division of labor and what will be produced how and where. International targets as well as global value chains affect employment, and the products and processes for the Green Economy are no exception to this.

To better understand the transformation processes, the transition towards the Green Economy has been defined in the following areas (BMU 2012b):

- ▶ Protection and reclamation of biological diversity and eco systems
- ▶ Supply of energy based on renewables
- ▶ Mitigation of harmful emissions and immission of non-renewable resources by sustainably produced renewable resources
- ▶ Development of recycling and material circles
- ▶ More efficient use of energy, resources and raw materials,
- ▶ Reduction of the use of non-renewable resources.

In each of these areas, German enterprises encounter opportunities and risks. The development of innovative, competitive products which succeed on global markets bears opportunities. The GreenTech atlas (BMU 2012a), which annually analyses successful markets for green technologies since 2007, finds six lead markets for environmental technologies and resource efficiency. The list above mostly matches these lead markets. Technologies for the use of environment friendly energy and energy storage are mentioned as well as technologies to increase energy efficiency or technological solutions for more efficient uses of raw materials and resources. A more sustainable mobility is also identified as a future market for resource saving and emission mitigation. High shares on the respective global markets held by German enterprises signal the reputation of Green Tech made in Germany, also in comparison with other export nations.

Economic success of companies in the lead markets is accompanied by positive employment in these industries. Employment serves as an important indicator of social dimension, as unemployment, precarious employment conditions and subcontracted employment influence indicators such as social participation. Employment is often found in a mix of the sectors technology manufacturers, plant builders, service industries, users of green technology, etc. Employment is subject to an annual monitoring for some fields of activity, most notably the development of renewable energies, and has been extensively studied for several years (cf. O'Sullivan et al., annually since 2006, Lehr et al. 2007, 2011a, 2015). Especially in the research on the expansion of renewable energies, the distinction between gross and net effects of measures on the way to a Green Economy has been developed. While employment in one sector or industry may decrease or increase, but is always greater than or at least equal to zero in the worst case, the positive effects for this sector may be counteracted by negative effects in another sector. The expansion of renewable energies is burdening enterprises and households with higher electricity prices, increasing efficiency efforts are initially associated with large investments, which often amortize more slowly than other investments by enterprises. The turn

to a Green Economy implies the renunciation of environmentally damaging production processes and activities, and thus the long-term discontinuation of the business basis there. In the end, it is about the measurement of net effects, including all accruing costs and interactions in the economy.

To calculate these net effects, there are economic models, which use different quantities to measure the macroeconomic advantages. General equilibrium models, used by international organizations (e.g., OECD, EU, IEA), individual institutions (such as the PIK), or in the academic field, reveal welfare changes and are only capable of reporting employment effects after extensive adaptation. This will allow them to be involved in decision support when weighing up between different measures and instruments, but employment effects are not in the foreground. System Dynamics or macroeconomic models, as often used by research institutes such as the Fraunhofer ISI, Cambridge Econometrics or the Institute of Economic Structures Research (GWS), do not define a welfare measure, but focus on changes in the variables that are part of the official statistics such as GDP or employment (for a comparison see Jaeger et al. 2011 or Bassi 2009).

The concept of ‘net employment’ was developed in the course of dealing with the economic effects of the expansion of renewable energies. The development of renewable energies is being examined with regard to its effects on the labor market and has been accompanied by a monitoring process since 2004 (Staiß et al. 2006, Lehr et al. 2011a, 2015). For that, the newly developing industry of production and operation of renewable energy installations, their changed structure of intermediate demand and employment in the sectors involved were examined. However, it was criticized that the effects of jobs created by renewable energies in some sectors may be opposed by the effects of ‘job killers’ in other sectors of the economy. The demand for a synopsis of these effects led to the introduction of the term ‘net employment’.

For the transition to a Green Economy, a reference scenario without additional measures is compared below with various scenarios that summarize packages of measures under one guiding theme. The central themes are ‘Towards a more efficient world’, ‘More efficient, quieter and with electricity - more sustainable mobility’ and ‘Ecological farming and economical land use’. Compared to today, additional efforts will be necessary in the future. Therefore, we show a development without additional measures in a reference scenario and examine the net employment of a single measure or package of measures compared to this reference.

Overview of the assumptions in the scenario

The table below shows an overview of the details in the scenarios. The reference scenario for the present study largely corresponds to the Energy Reference Projection (ERP-REF) (Prognos, EWI, GWS 2014). It is regularly carried out on behalf of the Ministry of Economic Affairs and Energy and describes the probable future development of the energy industry from the perspective of the authors (ibidem, p. 1). As of September 2015, the Energy Reference Projection, the ‘Current Measures Scenario’ (AMS) from the report on the ‘Climate Change Scenario 2050, 1st Modeling Round’ (Institute for Applied Ecology (Öko Institut) et al. 2014) and the Federal Government's Projection Report 2015 (Federal Government 2015) are current descriptions of a future development of the energy system. The scenarios in these three reports are similar in their main statements: the aims of the energy concept³ will not be achieved without additional efforts. With regard to final energy consumption, the results of Öko Institut et al. (2014) are similar to the Energy Reference Projection, which is more optimistic, though, with regard to the efficiency of electricity generation and thus with regard to primary energy consumption.

³ <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonzept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html?nn=392516#doc133618bodyText1>

Table 1: Overview of the scenario assumptions for individual thematic fields and clusters

Thematic field	Elements of the scenario	Exports
Reference scenario	Current Measures Scenario (AMS) respectively Energy Reference Projection (ERP-REF)	No separated assumptions
Towards a more efficient way	<p>Base: reference scenario</p> <p>Building efficiency +1 billion euro/a by 2020 +2 billion euro/a by 2030</p> <p>Industry interdisciplinary technologies average investments 1 billion euro/a by 2020 savings of 130 PJ energy consulting</p> <p>Material Tax for construction minerals up to 4.8 euro/t (2020) use: development of resource efficiency, consulting</p> <p>Continued electricity saving check</p> <p>Continued law for future investment</p>	<p>German world trade share in noise abatement, raw material / material efficiency and mobility remains unchanged compared to the value of 2012</p> <p>With efficient use of energy and energy efficiency, the world trade share rises by about half a percentage point. In the particularly affected group ‘measurement, control and regulation technology’, a significant increase is assumed (by more than 1 percentage point).</p> <p>For details see chapter 3</p>
More sustainable mobility	<p>Base: reference scenario</p> <p>Fuel consumption in road traffic new car: 3 l petrol and 2,7 l diesel</p> <p>More electric drives: up to more than 21% in 2030</p> <p>Reduction of noise pollution in rail transport (further development of LaTPS)</p> <p>Increase of toll for trucks (33 cent/km in 2030)</p> <p>Improvement of the bicycle infrastructure</p>	<p>The ‘More sustainable Mobility’ scenario is similar to the ‘Towards a more efficient world’ scenario. Less affected groups are noise abatement, renewable energy, energy efficiency and raw material / material efficiency, while measurement, control and regulation technology as well as mobility are more affected.</p> <p>For details see chapter 3</p>

Thematic field	Elements of the scenario	Exports
Ecological farming and economical land use	Base: reference scenario Expansion of the organic farming area by 10 percentage points in 2030 Agriculture sector production value: -1.7% work output: +0.2% subsidies: +2.8% shift of the purchases of intermediate products	No additional exports
	Introduction of a new construction area tax: linear increase in the tax from 1 euro per square meter in 2010 to 20 euro per square meter in 2030 (building area and unbuilt land)	No additional exports

Source: own research.

The first topic is ‘Towards a more efficient world’ and consciously places next to energy savings (renovation of residential building, energy efficiency of the industry, electricity efficiency of private households, energy efficiency of public households) the conservation of resources and material efficiency (building materials, increased material efficiency of the industry). In the field of transport, measures are proposed that make traffic more efficient and quieter and increase the share of electromobility, but remain for many reasons significantly behind possible sustainable mobility (see chapter 6). In the field of soil, land use is examined in and of itself on the one hand, the use of agricultural land for organic farming on the other hand. The scenario formulates a target of 20% organic farming (including animal husbandry).

For each field, characteristic parameters are selected and determined by means of statistical data (ex-post) and literature-based estimation (ex-ante). Subsequently, the report first takes up the previous regulation in the respective field and describes the status quo. In the next step, the figures for future development are listed and substantiated.

These values are summarized in scenarios and implemented in the environmental economic simulation model PANTA RHEI (for a detailed description see Lehr et al. 2011b). Central framework data are the same to all scenarios and fields, including, for example, the population forecast of the Federal Statistical Office or international commodity prices. The reference scenario is based on the Energy Reference Projection and includes all measures adopted by spring 2014. Additional measures are included in the scenarios. For the application in the economic model, the additional goals, measures and instruments have to be ‘translated’ into monetary impulses. The differences in variables between two scenarios are interpreted as effects of the scenario that implements the more ambitious targets compared to the reference.

Positive effects on employment always result when there is additional demand for the production of certain goods or services. This often stimulates further demand for domestic inputs, so that the effect is greater than the simple demand effect suggests. Positive effects can often be attributed either to

additional investment or to lower prices for a particular product or service. Increasing prices, such as taxes and duties, initially often have negative effects as they reduce demand for the regarding goods. If this stimulates the demand for a more labor-intensive substitute, this effect may be reversed. In addition, taxes and duties generate revenues whose use can lead to positive employment effects.

Effects of trading activities

In addition to domestic demand, exports support the positive development of employment in the exporting sectors. World trade is derived using the DIW World Trade Model. Drivers of German exports of goods for environmental protection and future technology are

- ▶ economic growth in the receiving countries of German exports,
- ▶ the import shares of the receiving countries of German exports in terms of the shares of imports of goods for environmental protection and future technology in the GDP of these countries and
- ▶ the supply shares of Germany, defined as the share of imports of goods for environmental protection and future technology from Germany⁴ in the total imports of these goods in the receiving countries.

In the world trade model, gross domestic product (GDP) for individual or grouped countries is calculated from baseline using growth rates. Demand from countries for environmental and future technology goods is partly covered by imports from other countries; the share of these imports in GDP and in the previously determined GDP result in the imports of countries or groups of countries of environmental and future technology goods. In the sum of all countries, this is the world trade with these goods. Germany's supply shares indicate which part of imports of environmental protection related (USB) and future technology (ZT) goods of a country are received from Germany so that Germany's exports can finally be determined.

For all groups of goods considered, the following holds: Even if Germany is able to maintain its world trade share in all individual countries or groups of countries, the total share of German supplies in all countries decreases (the German world trade share). This is because the German supply share is lower in the countries that are growing particularly fast in the future than in the less rapidly growing countries. Technically speaking, the world trade share of Germany represents a weighted average of the supply shares in individual countries / groups of countries; the GDP values of the countries / groups of countries set the weighting ratios; in the future, the weighting scheme will change so that lower supply levels (e.g., in emerging markets) will have a larger and higher supply levels (e.g., in EU countries) will have a lower share in the average.

An ambitious environmental policy suggests additional export opportunities for environmental protection related (USB) and future technology (ZT) goods. In order to demonstrate this effect and its consequences, export scenarios have been developed by the World Trade Model. These scenarios are of an illustrative nature: the relationships between instruments or measures and additional exports have not been determined quantitatively, but are based on assumptions.

Initially, it has been determined for the scenarios mentioned above which groups of environmental protection related (USB) and future technology (ZT) goods can be expected to improve international competitiveness and thus to generate additional exports. In the scenarios 'Towards a more efficient world' and 'More sustainable mobility', differentiation was made between instruments / measures. On this basis, the German supply shares in the imports of other countries or groups of countries were increased:

⁴ The imports of a country from Germany are equated with the German exports to this country.

- ▶ For the scenario ‘Towards a more efficient world’, it was assumed that Germany's share of world trade in the groups of goods, which are slightly less affected by the measures (noise abatement, raw material / material efficiency, mobility), remains unchanged in comparison with the value in 2012. For the groups of goods, that are more affected by the measures (efficient use of energy, energy efficiency), the world trade share increases (by about half a percentage point). A significant increase is expected in the particularly heavily affected group of goods ‘measurement, control and regulation technology’ (by more than 1 percentage point). The supply shares in the individual countries / groups of countries were increased according to the product group and to a greater extent in 2030 than 2020. For countries, in which today’s supply share from Germany is low, the increase is assumed to be greater.
- ▶ The approach in the ‘More sustainable mobility’ scenario was similar to the one in the ‘Towards a more efficient world’ scenario. Less affected groups of goods are noise abatement, renewable energies, energy efficiency and raw material / material efficiency, more affected are measurement, control and regulation technology as well as mobility.

The table below summarizes the resulting assumptions and results for the scenarios:

Table 2: Change in world trade shares and additional exports in the simulation calculation scenarios with the world trade model
Differences between policy and reference scenario

	World trade share percentage points		German exports billion US \$ in 2010	
	2020	2030	2020	2030
a) More efficient world				
noise abatement	0,54	0,92	0,2	0,5
efficient use of energy	1,48	2,26	1,8	3,9
measurement, control and regulation technology	1,58	1,69	2,8	4,0
sum			4,8	8,4
energy efficiency	0,66	0,80	3,6	5,9
raw material, material efficiency	0,77	1,42	4,5	12,1
more sustainable mobility	0,30	0,38	6,5	10,6
sum			14,6	28,6
in total			19,4	37,0
b) More sustainable mobility				
noise abatement	0,54	0,92	0,2	0,5
renewable energies	0,79	1,36	1,5	3,5
measurement, control and regulation technology	0,90	0,98	1,6	2,3
sum			3,3	6,3
energy efficiency	0,11	0,01	0,6	0,1
raw material, material efficiency	0,77	1,42	4,5	12,1
more sustainable mobility	0,74	0,84	15,8	23,6
sum			20,9	35,7
in total			24,2	42,1

Source: Scenario calculations with the world trade model; DIW Berlin.

The impulses from the export scenarios and the assumptions and key data of the respective scenarios lead to a variety of adaptation reactions in the PANTA RHEI model. For example, the 'Towards a more efficient world' scenario leads to positive effects in the industrial sectors.

In particular, technological developments in the field of energy- and material-efficient equipment in industry offer future export opportunities. Goods related to increasing energy and material efficiency are analyzed here in the context of export opportunities. In the context of the export scenarios, primarily the environmental protection-related groups of goods ‘efficient use of energy’, ‘measurement, control and regulation technology’ and ‘efficient energy conversion’ are central. The addressed groups of future technology goods are ‘energy efficiency’ and ‘raw material and material efficiency’, alongside ‘sustainable water management’, ‘environmentally friendly energy production and storage’ and ‘more sustainable mobility’.

In the production of capital goods, employment with around 20,000 employees is more than 1.2% higher than in the reference. The production of intermediate goods benefits with around 10,000 employees. Of course, traffic also benefits from increased trade, with all its consequences, but also with an increase of 12,000 employees or more than 0.6% in 2030. This effect, but also the higher economic activity as a whole, is responsible for slightly higher greenhouse gas emissions and energy consumption than in the reference.

More sustainable mobility

The net impact of the mobility scenario reflects the different influences on production, consumption, demand for consumer goods and additional investment as well as changes in the relative prices due to tolls and the modernization premium for quieter freight wagons. The assignment to the traffic measures represents an assignment to a combination of individual effects. It is a result of sensitivity analysis, i.e. individual calculations for the measures which have the advantage that they make the effects ascribable to the respective measures. Accordingly, the sum of the partial effects is not equal to the total result for the sustainable mobility scenario as interactions are not taken into account. For example, the effect attributed to truck tolls already includes the balance of a restrained price effect and a stimulated investment effect. The toll is used to construct roads and cycle paths, resulting in about 25,000 employees in the balance sheet. The impulse of the other aspects in the traffic scenario is also mainly positive. The additional investments made by the extended noise-differentiated track access charges (LaTPS) are higher especially in the short term, so that restrained price effects will already compensate for some of the positive impulses for employment by 2030. Additional e-cars lead to decreasing purchases of intermediate products and partly to increasing imports. The modeling combines technically determined changes in the structure of upstream markets with the existing strengths and weaknesses of the industries, for example in the field of battery manufacturing and other electrical components of an electric vehicle. As already seen in the ‘Towards a more efficient world’ scenario, additional exports are providing a positive impulse in all areas of the manufacturing industry. The foreign demand for cars leads to slightly positive employment effects also in the vehicle construction sector. These two largest sectors remain most important, even in consideration of exports. In addition, there are stronger effects in other fields. In manufacturing capital goods, employment is more than 1.2% higher than in the reference. The production of intermediate products benefits with around 10,000 employees. Of course, the transport sector also benefits from trade, with a slight increase in employment. In general, positive deviations outside the manufacturing industry are due to higher macro-economic demand (GDP) compared to the reference.

Ecological farming and economical land use

Sustainable agricultural use (organic farming) as well as a reduction in soil-sealing (by means of taxes) address all aspects of environmental quality linked to the soil factor. Accordingly, these aims should have a high priority for the transformation to a greener economy and society. However, progress in this field can hardly be achieved by improvements of equipment or buildings. Land use depends on the constellation of persons involved and locational conditions – even more than in the fields of energy efficiency and mobility. The ‘organic farming’ scenario shows that soil conservation

can be encouraged even without major macroeconomic losses. More organic farming even has the potential to create employment. The 'new construction area tax' scenario shows that the exclusive introduction of such a tax can reduce the increasing soil-sealing. An impulse for more employment, however, does not follow from this, if the generated funds, as here in the model context, cannot be returned to the economic cycle for a specific purpose.

In both scenarios, it becomes clear that inflation in important household expenditures such as 'housing' and 'food' negatively impact consumption and thus the overall economy. Selected investments (such as fallow land reuse funds) or advisory services (such as location consulting, creation of awareness) can create both environmental effects and employment. However, many measures need to be implemented region-specific to be targeted. Both 'soft' instruments such as information and consulting as well as regional specific measures could not be fully modeled here.

Environmental effects of the scenarios / decrease of environmental impact

All the scenarios presented here indicate significant reductions in greenhouse gas emissions, noise pollution, land use or resource consumption. Combined with additional exports, some of these indicators deteriorate a little due to higher economic activity. However, the improvement compared to the reference scenario remains in all scenarios.

In the case of land-use-related simulations, the environmental advantage cannot be translated directly into economic advantage. In order to determine the effects of the new construction area tax in detail, the possibilities of substitution of the affected areas should be known by urbanization, reuse of fallow land etc. In other areas as well, too little research has been carried out into how changes can be stimulated and in which direction they will develop. The increased use of bicycles is unlikely to be encouraged either exclusively or firstly by an improved infrastructure which is necessary, however, as the bicycle traffic increases.

Conclusion

Macroeconomic models can figure alternative future pathways just as well as the best bottom-up scenarios describe these paths. Therefore, the presented simulations serve to explore the set of possibilities and as a starting point for the further discussion of the aspects of the transformation to a Green Economy. In conclusion, it remains to be noted that the positive effects prevail. If technologies push the transformation, Germany is in a good position to further develop these technologies and also to offer them in global markets. Other sectors, such as the construction industry and a variety of services, are in demand in the greener future and can adjust to increasing demand.

Non-activity can be defined differently in the various fields of the Green Economy and the best way to analyse it is to create a counterfactual scenario that does not include the efforts on the path to the Green Economy. Examples of this approach are mentioned in the study (see Lehr et al. 2015, Lehr, Lutz, & Ulrich 2013 or ifeu, Fh-ISI, Prognos, GWS, et al. 2011). For example, the latter study finds a significantly lower GDP by about one percentage point in the counterfactual scenario. Similar results are reported by Lehr et al. 2015 and Lehr et al. 2012. These deviations can be interpreted as the cost of non-action.

1 Einleitung

Das Bild einer zukünftigen Green Economy ist geprägt von einer umfassend ökologisch modernisierten Wirtschaft, die zum einen insbesondere hinsichtlich Ressourcenverbrauch, Emissionsreduktion, Steigerung von Energie- und Rohstoffproduktivität, Produktgestaltung sowie der entsprechenden Umstellung von Wertschöpfungsketten den Anforderungen an einen nachhaltigen Zukunftsentwurf genügt und zum anderen neue Beschäftigungschancen eröffnet. BMU und BDI haben sich bereits im Sommer 2012 anlässlich der Rio+20-Konferenz in einem Memorandum zu dieser umfassenden Transformation des gesamten Wirtschaftssystems bekannt. Die Politik flankiert den Weg zur Green Economy mit den entsprechenden Maßnahmen.

Die Transformation betrifft die gesamte Wirtschaft; sowohl die klassischen Hersteller, die sich teilweise neuen Anforderungen an ihre Produktpalette und an ihre Herstellungsverfahren stellen müssen, wie den Fahrzeugbau, die chemische Industrie oder die Landwirtschaft als auch die Hersteller neuer Technologien und die dazugehörigen Planungs-, Installations- und Wartungsdienstleistungen. Gerade weil es sich um einen umfassenden Transformationsprozess handelt, sind die Auswirkungen dieses Prozesses insgesamt oftmals unsicherer als die Entwicklungen in einigen Teilbereichen.

Die Beschäftigungsentwicklung entlang des Transformationspfads, vor allem aber auch im Ziel, wird in der Literatur überwiegend positiv gesehen. Dabei werden unterschiedliche Messmethoden vorgeschlagen, mit deren Hilfe man die Beschäftigung und die gesamtwirtschaftlichen Effekte auf dem Weg in die Green Economy messen kann. Das folgende Kapitel gibt mit einer kurzen, auf die wesentlichen Aussagen konzentrierten Übersicht den Rahmen für die weiterführenden eigenen Analysen vor. Wichtigstes Ziel der Zusammenschau ist die Identifikation von Treibern und Hemmnissen, die in der Literatur beschrieben sind und die in den weiterführenden eigenen Analysen ebenfalls abgebildet werden.

Heimische Produktion und Bereitstellung von Dienstleistungen, Integration von Wertschöpfungsketten und Erfolg auf internationalen Märkten stellen sich auch bei der Green Economy als die ausschlaggebenden Faktoren für positive gesamtwirtschaftliche Effekte heraus. Insbesondere der letzte Punkt wird in Kapitel 3 detailliert beleuchtet. Auf welchen Märkten hat Deutschland derzeit eine gute Ausgangsposition und wie wird sich dieser Markt – und Deutschlands Position – zukünftig entwickeln? Die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands unter den Rahmenbedingungen der Green Economy stellt einen wesentlichen Treiber einer möglichen zukünftigen positiven gesamtwirtschaftlichen Entwicklung dar.

Allerdings sind es vor allem auch im Inland ergriffene Maßnahmen, die sich auf die Investitionssicherheit von Industrie und Dienstleistern auswirken und die Weichen für die zukünftige Entwicklung im Übergang zur Green Economy stellen. Daher werden in Kapitel 5 bis 7 für einzelne Bündel von Maßnahmen, die beispielsweise eine gemeinsame Zielstellung verfolgen oder einen bestimmten Sektor betreffen, die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen, insbesondere jedoch die Nettobeschäftigung, modellgestützt ermittelt. Zuvor werden in Kapitel 4 die Vorgehensweise des modellgestützten Vergleichs zweier Szenarien am Beispiel des Referenzszenarios und des zielorientierten Szenarios aus der Berichterstattung zum Monitoringprozess der Energiewende erläutert und die Ergebnisse eingeordnet.

Klimaschutz umfasst mehr als die Energiewende und der Übergang zu einer Green Economy umfasst nochmals deutlich mehr Aspekte und Anknüpfungspunkte für sowohl zielunterstützende Maßnahmen als auch vorteilhafte ökonomische Entwicklungen als beide. Allerdings sind für einige Maßnahmen der in Kapitel 5 bis 7 vorgestellten Bündel derzeit keine konkreten Ausgestaltungen geplant. Jedoch lassen sich die Ziele einer Maßnahme und die hierfür notwendigen Investitionen oftmals gut genug abschätzen, um gesamtwirtschaftliche Wirkungen daraus berechnen zu können.

Beschäftigung wird in den Bündeln durch eine Reihe von Treibern ausgelöst (vgl. Kapitel 2 zu diesen Treibern). Beispiele sind die direkte Entlastung des Faktors Arbeit, zusätzliche Einsparungen von Ressourcenkosten und Verausgabung des Budgets in arbeitsintensiveren Zweigen, die Implementierung von effizienten oder emissionsverringenden Technologien sowie die Ausweitung von Märkten durch innovative, umwelt- und ressourcenschonende oder emissionsverringende Produkte. Die Abschätzung der Beschäftigungseffekte, die sich aus zusätzlicher Produktion, anderen Produktionsweisen und aus den Exportchancen deutscher Anbieter auf den Weltmärkten für „grüne“ Produkte (Zukunftsmärkte) ergeben, erfolgt auf Basis von jeweils eigens erarbeiteten Szenarien. Sensitivitäten runden das Bild ab und zeigen, wie die Ergebnisse von bestimmten Annahmen abhängen.

Dieser Bericht schließt in Kapitel 8 mit einem Ausblick und Empfehlungen.

2 Gesamtwirtschaftliche Effekte von Klimaschutz und nachhaltigem Wirtschaften in der Literatur

Die Überwindung des scheinbaren Gegensatzes zwischen ökologisch sinnvollem Verhalten und Wirtschaftswachstum und Beschäftigung wird seit mindestens zehn Jahren durch die Veröffentlichung des Stern-Berichts (2006) und des vierten IPCC-Report (2007) weltweit diskutiert. Diese Arbeiten haben die Notwendigkeit neuer globaler Konzepte zur Vereinbarung von wirtschaftlichem Wachstum und Klimaschutz deutlich gemacht. Die Diskussion über den wirtschaftlichen Schaden des Klimawandels, über Ziele und mögliche Wege in eine „entkarbonisierte“ Wirtschaft mündete seitdem in eine „Flut von Berichten“ (UNEP 2008, S. 3), welche die Konzepte „Green Economy“, „Green Growth“ und nicht zuletzt „Green Jobs“ weiterentwickeln und sich mit ihnen auseinandersetzen (UNEP 2011, OECD 2011, ILO 2012). Obwohl also der Klimaschutz Auslöser der Diskussion war, wurden zunehmend Lösungen im Sinne der nachhaltigen Entwicklung umfassender diskutiert und mehr Schutzgüter und Umweltbereiche in die Debatte einbezogen.

Die bereits implementierten Programme (Kyoto-Protokoll) und die EU-Ziele (20-20-20) sind bis dato die dominierenden Themen in Studien zur wirtschaftlichen Bedeutung einer „grünen Wirtschaft“ heute und in Zukunft. Zunehmend rückt auch das Thema Ressourceneffizienz in den Fokus der Politik, wie zum Beispiel die in 2011 vereinbarte „EU Roadmap to a resource efficient Europe“, das aktuell in der EU diskutierte „Circular Economy Package“ und die im Sommer 2015 in Elmau beschlossene „G7 Alliance for Resource Efficiency“ belegen. Auch eine Reihe von Analysen und Studien beschäftigt sich inzwischen mit den volkswirtschaftlichen Implikationen und den Ressourceneinsparpotenzialen einer solchen erweiterten Sichtweise (z.B. Meyer, B., Distelkamp, M., Beringer, T. 2015 / Cambridge Econometrics & bio Intelligence Service 2014). Ressourcenschutz im Sinne von „Erhaltung der Biodiversität“ kommt hierbei eher selten zur Sprache. Ein Grund könnte sein, dass keine einfache Verknüpfung zwischen neuen Technologien und Märkten, Ressourceninanspruchnahme und Biodiversität möglich ist und dass Biodiversität in ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung schwer zu erfassen ist (TEEB 2010). Die Themen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien hingegen werden in der Regel mit großen Marktpotenzialen und Kosteneinsparpotenzialen in Verbindung gebracht, so dass sie zwangsläufig in die Diskussion um Investitionsprogramme und „New Green Jobs“ eingebracht werden.

Bezüglich der Ausgestaltung des Wegs zur Green Economy ist die Bandbreite der Untersuchungsgegenstände ebenfalls groß. Überblickartige Untersuchungen geben für die ganze Welt oder Weltregionen Schätzungen zu möglichen Beschäftigungswirkungen in der Zukunft ab (UNEP 2008, UNEP 2011, OECD 2012, ECF 2011). Andere fokussieren stark auf Marktentwicklungen im globalen Kontext und definieren Leittechnologien (van der Slot 2012, BMU 2012a). Viele Studien stellen den Staat mit seinen Handlungsoptionen sowie Rahmenbedingungen in das Zentrum der Analyse und versuchen, mit gesamtwirtschaftlichen Modellen die Wirkungen einer Green Policy einzuschätzen. Eine eher themenübergreifende Analyse auf EU-Ebene hat Cambridge Econometrics (CE et al. 2011) vorgelegt.

Bezüglich des unterstellten Wirtschaftsmodells ist die Debatte weniger divers und orientiert sich an Wachstum. Innerhalb der OECD ist wohl aktuell nur „Green Growth/ Green Economy“ konsensfähig, da damit die Notwendigkeit von Wachstum und Innovationskraft deutlich hervorgehoben werden (Martinelli & Midttun 2012, Jänicke 2012). Auch die modellgestützte Analyse in den vorliegenden Arbeiten untersucht Szenarien und Maßnahmen, die sich am Wachstum orientieren. Daher wird nur die hierfür relevante Literatur im Folgenden diskutiert und zur Kritik an der deutlichen Hinwendung zu den überwiegend marktwirtschaftlichen Mechanismen und Instrumenten und der fehlenden Wachstumsdiskussion auf Paech 2012 oder Jänicke 2012 sowie Rogall & Scherhorn 2012, oder Meyer et al. 2012 verwiesen. Ein umfassendes Konzept zur Messung der Transformation hin zu einer

Green Economy und ein Überblick zum aktuellen Forschungsstand inklusive der Schwierigkeiten der Umsetzung und vorhandener Datenlücken finden sich in Lutz et al. 2015.

Der Begriff "Green Economy" wurde vom UNEP (United Nations Environment Programme) geprägt. Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen sieht die Green Economy als eine Wirtschaftsweise, die „menschliches Wohlbefinden und soziale Gerechtigkeit fördert und gleichzeitig Umweltrisiken und ökologische Knappheiten verringert“ (UNEP 2011). Dieses Konzept dient als Leitbild und wird national und international auch so aufgefasst. Der damit verbundene Transformationsprozess wird beispielsweise von den Vereinten Nationen für die unterschiedlichen Industriezweige in verschiedenen Abstufungen und Schritten zu einer grüne(re)n Ökonomie („shades of green“, vgl. UNEP 2008, S. 299) gesehen. Angestrebt wird dabei nicht nur die Förderung der Umweltwirtschaft, sondern die Durchdringung aller Wirtschaftszweige – über Wertschöpfungsketten hinweg – mit umweltfreundlichen Produktionsverfahren und Produkten. Letztlich handelt es sich hierbei um eine Art Mainstreaming grüner Produkte und Prozesse.

Green Economy wird somit als Querschnittsthema begriffen, das letztlich alle Wirtschaftsbereiche umfassen soll. Dies bedeutet, dass innerhalb der Green Economy verschiedene Aspekte und Zieldimensionen in Einklang gebracht werden müssen, zum Beispiel um Umwelt und Wirtschaft positiv miteinander zu verbinden. Der internationale Weg zur Green Economy ist von einer öffentlichen Diskussion begleitet, die durch Ereignisse wie Rio+20, die UN-Klimakonferenzen oder die Berichterstattung von Klimaschäden oder Unwettern wie Sturmtief Ela im Jahr 2014 oder Niklas im Jahr 2015 zum Teil erheblich geprägt wird. Die Wahrnehmung der globalen ökologischen Probleme als solche und das Drängen auf die Notwendigkeit, gemeinsame Wege zur Reduktion der Ausbeutung natürlicher Ressourcen zu finden, ist in den letzten 20 bis 30 Jahren zu einem zunehmend wichtigen Bestandteil der internationalen politischen Diskussion geworden. Das Ausmaß der globalen Herausforderung zu begreifen und die Fähigkeit zu einem Konsens in der internationalen Gemeinschaft sind ausschlaggebend für das Zustandekommen gemeinsamer Ziele und Vereinbarungen bis hin zu Verpflichtungen.

Allerdings findet diese Diskussion in einer zunehmend globalisierten Welt und vor dem Hintergrund stark expandierender Weltmärkte statt. Wirtschaftliche Interessen der Nationalstaaten bestimmen maßgeblich die globale Arbeitsteilung und die Art, wie an welchem Ort produziert wird. Sowohl die internationale Zielsetzung als auch die zunehmend internationalisierten Wertschöpfungsketten wirken sich auf die Beschäftigung aus und Produkte und Prozesse, die für die Transformation zur Green Economy gebraucht werden, sind hiervon nicht ausgenommen.

Um den Transformationsprozess konkreter zu fassen, wurden für den Übergang zur Green Economy in Deutschland folgende Handlungsfelder definiert (BMU 2012b):

- ▶ Erhaltung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt sowie Ökosysteme,
- ▶ Erreichen einer auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung,
- ▶ Vermeidung schädlicher Emissionen und Schadstoffeinträge,
- ▶ Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen durch nachhaltig erzeugte erneuerbare Ressourcen,
- ▶ Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft und Schließung von Stoffkreisläufen,
- ▶ effizientere Nutzung von Energie, Rohstoffen und anderen natürlichen Ressourcen sowie
- ▶ Reduktion des Einsatzes nicht erneuerbarer Ressourcen.

In jedem dieser Handlungsfelder liegen Chancen und Risiken für deutsche Unternehmen. Die Chancen liegen in der Entwicklung innovativer, wettbewerbsfähiger Produkte, die auf den internationalen Märkten und dem heimischen Markt erfolgreich sind. Der GreenTech-Atlas (BMU 2012a), in dem seit 2007 erfolgreiche Märkte für grüne Technologien (Zukunftsfelder für GreenTech) untersucht werden, findet sechs Leitmärkte der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz. Zu den meisten der obengenannten Handlungsfelder finden sich die entsprechenden Technologien und Zukunftsmärkte. So

werden Technologien für die umweltfreundlichen Energien und Energiespeicherung und zur Steigerung der Energieeffizienz genannt, ebenso wie technologische Lösungen für mehr Rohstoff- und Materialeffizienz und zum Schließen von Kreisläufen. Darüber hinaus gilt die nachhaltigere Mobilität als Zukunftsmarkt, dessen Produkte zur Ressourcenschonung und zur Minderung von Emissionen beitragen. Die hohen Weltmarktanteile deutscher Unternehmen in diesen Bereichen deuten auf den guten Ruf von Green Tech aus Deutschland gerade auch im Vergleich zu anderen Ländern hin.

Wirtschaftlicher Erfolg in den Unternehmen auf den Leitmärkten geht mit positiver Beschäftigung in diesen Branchen einher. Beschäftigung dient als ein wichtiger Indikator für die soziale Dimension, denn Arbeitslosigkeit, prekäre Arbeitsverhältnisse und Leiharbeit beeinflussen Indikatoren wie die soziale Teilhabe. Oftmals findet sich die Beschäftigung in einem Branchenmix aus Technologieherstellern, Anlagenbauern, Dienstleistungsbranchen, Anwendern von grüner Technologie etc. Für einige Handlungsfelder, allen voran der Ausbau erneuerbarer Energien, wird die Beschäftigung einem jährlichen Monitoring unterzogen und ist seit einigen Jahren umfänglich untersucht (vgl. O’Sullivan et al., jährlich seit 2006, Lehr et al. 2007, 2011a, 2015). Vor allem in den Untersuchungen zum Ausbau erneuerbarer Energien ist die Unterscheidung in Brutto- und Nettoeffekte von Maßnahmen auf dem Weg zur Green Economy entwickelt worden. Während die Beschäftigung in einer Branche oder einem Wirtschaftszweig zwar abnehmen und zunehmen kann, aber immer größer oder schlimmstenfalls gleich null ist, können den positiven Auswirkungen für diese Branche negative Effekte in einer anderen Branche entgegenstehen. Der Ausbau erneuerbarer Energien belastet Unternehmen und Haushalte mit höheren Strompreisen, zunehmende Effizienzanstrengungen sind zunächst mit großen Investitionen verbunden, die sich oft etwas langsamer amortisieren als andere Investitionen von Unternehmen. Die Hinwendung zu grünem Wirtschaften impliziert die Abkehr von umweltschädigenden Produktionsverfahren und Tätigkeiten und somit langfristig den Wegfall der Geschäftsgrundlage dort. Letztlich geht es um die Messung von Nettowirkungen unter Einbeziehung aller anfallenden Kosten und Wechselwirkungen in der Ökonomie.

Zur Berechnung dieser Nettowirkungen werden ökonomische Modelle eingesetzt, die unterschiedliche Größen zur Bemessung der gesamtwirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit heranziehen. Allgemeine Gleichgewichtsmodelle, wie sie von internationalen Organisationen (z.B. OECD, EU, IEA), einzelnen Institutionen (z.B. dem PIK) oder im universitären Bereich eingesetzt werden, weisen Wohlfahrtsveränderungen aus und sind nur nach erheblichen Anpassungen in der Lage, auch Beschäftigungseffekte abzubilden. Dadurch können sie zwar zur Entscheidungsunterstützung bei der Abwägung zwischen verschiedenen Maßnahmen und Instrumenten mit herangezogen werden, Beschäftigungswirkungen stehen jedoch nie im Vordergrund. System Dynamics- oder makroökonomische Modelle, wie sie oft von Forschungsinstituten wie dem Fraunhofer ISI, Cambridge Econometrics oder der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung eingesetzt werden, definieren dagegen kein Wohlfahrtsmaß, sondern konzentrieren sich auf Veränderungen von Größen, die in den amtlichen Statistiken zu finden sind, wie BIP oder Beschäftigung (für einen Vergleich siehe Jaeger et al. 2011 oder Bassi 2009).

Ein wichtiger Treiber für die Transformation zu einer Green Economy waren die weltweit lange Zeit steigenden Rohstoff- und Energiepreise, ihre zunehmende Volatilität und generell Fragen der zukünftigen Versorgungssicherheit. In Ländern mit hoher Abhängigkeit von Rohstoffimporten stellte die Erhöhung der Effizienz bei der Verwendung von Rohstoffen eine wichtige Maßnahme zur Erhaltung oder Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit dar. Ob und wie sich diese Einschätzungen verändern, wenn fossile Energieträger auf dem derzeitigen Niedrigpreisniveau verharren, bleibt abzuwarten.

Der Energiebedarf eines Landes hängt direkt von Alter und Zustand seines Kapitalstocks und seiner Infrastruktur ab. Gebäudebestand, Verkehrsinfrastruktur und –flotte sowie Energieversorgung, in welche über längere Zeit wenig investiert wurde, hemmen die wirtschaftliche Entwicklung. Gerade in Deutschland wird von nicht ausreichender Investitionstätigkeit in der letzten Dekade gesprochen.

Höhere Investitionen sind angesichts der CO₂-Emissionsreduktionspläne umso wichtiger. Eine Erneuerung des Kapitalstocks unter Verwendung neuester Technologien erhöht die Effizienz und führt zu gesamtwirtschaftlichen Wachstums- und Innovationsimpulsen.

Der Staat flankiert – solange er mögliche internationale Vorgaben noch auf nationaler Ebene umfangreich gestalten kann – die Transformation zur Green Economy mit Maßnahmen und Instrumenten, d. h. durch Regulierung und Gesetzgebung, marktorientierte Instrumente sowie Forschung und Entwicklung. Die Adressaten sind sowohl die Unternehmen als auch die Verbraucher und die öffentliche Hand, denn sie bestimmen das Tempo der Transformation zur Green Economy mit ihrem Verhalten, ihren Investitionsentscheidungen und ihren Einkaufsentscheidungen.

Die Literatur zu den Beschäftigungswirkungen der Transformation zur Green Economy lässt sich nach Ländern und Regionen, Handlungsfeldern und methodischen Ansätzen einteilen. Uns interessieren im Folgenden besonders modellgestützte Analysen für Deutschland oder ein anderes Industrieland zu allen oder ausgewählten Handlungsfeldern. In Deutschland wurden Maßnahmen zur CO₂-Reduktion wie das Meseberg-Programm, der IKEP oder das Energiekonzept von einem breit angelegten Forschungsprozess begleitet (vgl. Prognos, EWI, GWS 2010). Die Instrumentendiskussion wurde dabei offen geführt und auch der Zusammenhang zwischen dem heimischen Markt und der Weltmarktposition im Bereich neuer Technologien wurde aufgezeigt.

Walz et al. (2001) haben sich bereits früh mit den Auswirkungen einer „nachhaltigen Wirtschaft“ auseinandergesetzt und Szenarien im Bereich Produktionsverfahren, Recyclingstrategien und Produktkonzeptionen entwickelt und modellgestützt untersucht. Die Erhöhung der Materialeffizienz wurde mit Blick auf gesamtwirtschaftliche Effekte zuletzt im Projekt MaRes wieder aufgegriffen (vgl. Distelkamp et al. 2011). Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist, wie weiter oben beschrieben, umfassend und breit untersucht worden. Mit der im Jahr 2010 eingeleiteten Energiewende nimmt darüber hinaus durch den von der Bundesregierung installierten Monitoring-Prozess die Thematik der gesamtwirtschaftlichen Wirkungen, d. h. der gesamtwirtschaftlichen Kosten und Nutzen, im Bereich Energie einen zunehmend höheren Stellenwert ein (vgl. BMWi 2014b).

2.1 Treiber und Rahmenbedingungen in der Literatur

Untersuchungen zu den Auswirkungen von Maßnahmen zur Minderung energiebedingter Treibhausgasemissionen konzentrieren sich oftmals auf eine Kombination von Ausbau erneuerbarer Energien und Steigerung der Energieeffizienz. Klimaschutz wird international und national inzwischen als besonders drängendes Problem wahrgenommen. Daher ist dieses Querschnittsthema ein häufig behandeltes Themenfeld. Auffällig ist auch, dass eine „entkarbonisierte“ oder kohlenstoffarme Wirtschaft in internationalen Studien mit einer grünen Wirtschaft entweder gleichgesetzt oder als Meilenstein zu einer Green Economy deutlich ins Zentrum des Interesses gesetzt wird. Modellgestützte, ökonomische Wirkungsanalysen werden zur Beantwortung von Fragen zu den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von mehr Klimaschutz besonders häufig angewendet. Das Spektrum der vorgeschlagenen Instrumente ist vergleichsweise begrenzt und spiegelt die ökonomischen Lösungen in Form marktwirtschaftlicher Instrumente wider, die zur Internalisierung externer Effekte vorgeschlagen wurden. Letztlich kann die notwendige Verteuerung von CO₂ durch Steuern oder Zertifikate erreicht werden. Über diese Anreizmechanismen, so die Hoffnung, werden Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz ebenso wie Verhaltensänderungen (Energiesparen) kosteneffizient angeregt.

Tabelle 1: Ausgewählte Studien mit ökonomischer Wirkungsanalyse (inkl. Beschäftigungswirkungen)

Schwerpunkt Themenfeld	Themenfeldübergreifend	Themenfeldspezifisch
Deutschland		
Energieeffizienz*	Lehr, Lutz & Ulrich 2012 Fh-ISI et al. 2008 GWS, EWI, Prognos 2014 Walz et al. 2001	ifeu et al. 2011 Diefenbach et al. 2012
Erneuerbare Energien		Lehr et al. 2015 Böhringer et al. 2012 Blazejczak et al. 2011
Ressourcen-/ Materialeffizienz		Distelkamp et al. 2011
Nachhaltigere Mobilität		Öko-Institut 2012 NPE 2011 Spath et al. 2012 Holtermann et al. 2011 Walz et al. 2001
EU und weltweit		
Energieeffizienz	CE et al. 2011 Jaeger et al. 2011 UNEP 2011 OECD 2012	
Erneuerbare Energien		Fh-ISI et al. 2009
Ressourcen-/ Materialeffizienz		Meyer 2011

* Auf europäischer Ebene sind aus jüngerer Zeit die Beschäftigungseffekte der Roadmap 2050 zu nennen. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2013_report_employment_effects_roadmap_2050_2.pdf, Die IEA veröffentlicht einen Marktreport zu Effizienz (IEA Energy Efficiency Market report 2015), der nicht mehr in die obige Analyse eingehen konnte.
Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Dabei dominiert im *internationalen* Kontext die Untersuchung der Wirkung von CO₂-Steuern oder CO₂-Zertifikaten in sogenannten E3⁵-Modellen. Im weltweiten Kontext ist hier die Untersuchung der OECD zum Thema „Low-carbon economy“ zu nennen (OECD 2012). Im dort eingesetzten allgemeinen Gleichgewichtsmodell ENV-Linkages können Beschäftigungseffekte jedoch nur unzureichend analysiert werden, da volle Flexibilität des Arbeitsmarktes (und Vollbeschäftigung) unterstellt werden. Die modellierten Szenarien stellen unterschiedliche Ausgestaltungsoptionen eines weltweiten CO₂-Zerti-

⁵ E3 entspricht „Economy, Energy, Environment“.

fikatehandelssystemen dar und machen vor allem deutlich, wie wichtig ein weltweites Klimaabkommen für die Wohlfahrt in allen Ländern ist. Nur sehr wenige Wirtschaftszweige sind von starkem Beschäftigungsab- bzw. -aufbau betroffen, sollte das Emissionshandelssystem etabliert werden. Die Verteuerung von CO₂-Emissionsrechten steht auch bei der Untersuchung „A New Growth Path for Europe“ im Zentrum. Dort wird gezeigt, dass eine Erhöhung des Emissionsreduktionsziels von -20% auf -30% bis 2020 mit Wohlfahrtsgewinnen möglich ist. Das Modell GEM-E3 ermittelt zwar in seiner Grundkonfiguration als Gleichgewichtsmodell zunächst negative BIP-Effekte durch neue Emissionsreduktionsverpflichtungen. Dies ist ein Charakteristikum der neo-klassischen Gleichgewichtstheorie, nach der jegliche Beschränkung ökonomischer Akteure zunächst zu negativen wirtschaftlichen Auswirkungen führt. Durch die Implementierung von Learning-by-doing-Prozessen auf der einen und Reduktion von Arbeitsmarktbarrieren auf der anderen Seite werden im Szenarienkontext jedoch Voraussetzungen geschaffen, um bis 2020 positive Wohlfahrtseffekte abzuleiten (Jaeger et al. 2011). Der Einfluss von „grünen“ Investitionsprogrammen wird in einer von der UNEP (2011) in Auftrag gegebenen Modellierungsstudie untersucht. Diese Studie ist Teil des „Green Economy Report“ und entwickelt weltweite Szenarien bis zum Jahr 2050. Szenarien im Green Economy Report sind vor allem über Investitionen in Klimaschutz und Ressourceneffizienz sowie über die Art des Wirtschaftens in den Bereichen Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei definiert. Positive Wirkungen auf die Beschäftigung gegenüber der Referenz stellen sich mittel- bis langfristig ein. Kurzfristig wirken sich die Umstellungen im primären Sektor negativ auf BIP und Beschäftigung aus (UNEP 2011), da die Szenarien zunächst unterstellen, dass in vielen Industriezweigen die klimaschädliche Produktion eingestellt wird und sich danach erst langsam klimafreundliche Produktionsweisen etablieren.

Eine sehr umfassende Untersuchung zur Wirkung von verstärkten Klimaschutzmaßnahmen in der EU haben Cambridge Econometrics, Warwick Institute und GHK Holdings für die Europäische Kommission vorgelegt (CE et al. 2011). Das dort eingesetzte makroökonomische Modell folgt einer Ungleichgewichts-Logik und lässt positive gesamtwirtschaftliche Wirkungen von ökonomischen Instrumenten zu. Im Szenarienset wird die Erreichung unterschiedlicher Ziele durch unterschiedliche politische Instrumente (Regulierung vs. Marktorientierte Instrumente) abgebildet. Zusätzlich werden verschiedene Sensitivitäten zur Verwendung von Staatseinnahmen sowie zu den Eigenschaften des Arbeitsmarktes berechnet. Die durch CO₂-Steuern bzw. -Zertifikate ausgelösten Investitionen führen zu gegenüber dem BAU-Szenario höheren BIP-Werten und höherer Beschäftigung. Haupttreiber ist die zusätzlich ausgelöste wirtschaftliche Aktivität in Reaktion auf höhere Preise für CO₂.

Zu den *nationalen* Wirkungsstudien, welche unterschiedliche Themenfelder im Querschnitt behandeln, zählt die Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“ (Fh-ISI et al. 2008). Darin werden 31 Maßnahmen aus dem sogenannten „Meseberger Programm“ auf ihre gesamtwirtschaftliche Wirkung untersucht. Wenngleich die Überlegungen von Meseberg noch nicht mit dem Begriff der Green Economy in Verbindung standen, war das Ziel des Programms auch die nationale Umsetzung der Europäischen Beschlüsse sowie der nationalen Ziele zur Energieeffizienz, CO₂-Einsparungen in allen Energieverbrauchssektoren und im Umwandlungssektor und zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Die makroökonomischen Simulationen werden mit dem System Dynamics Modell ASTRA berechnet. Durch den Investitionsimpuls und das Einsparen von Energieimporten wird ein hoher positiver Beschäftigungseffekt bis 2030 errechnet. Zusätzlich können Beschäftigungseffekte durch Exporte generiert werden, die sich in Zukunft durch die frühzeitige Entwicklung von neuen Technologien ergeben können („First-Mover Advantage“).

Vor dem Hintergrund des Energiewendemonitorings ermitteln Lehr et al. (2012) ebenfalls modellgestützt gesamtwirtschaftliche Effekte klimapolitischer Maßnahmen. Als Ex-Post-Analyse wird eine Vielzahl von Maßnahmen (mit dem Schwerpunkt Energieeffizienz, KWK und EE) zwischen 1995 bis 2011 analysiert. Dabei wird das Modell PANTA RHEI verwendet. Maßgeblich für die Szenarien im Bereich Energieeffizienz sind die im nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) ausgewiesenen

Einsparungen. Für die Wirkungen des Ausbaus der EE werden die Ergebnisse aus Lehr et al. (2011a) verwendet. Die insgesamt ermittelten, positiven Beschäftigungseffekte in den Jahren 2010 und 2011 gehen sowohl auf autonome Energieeffizienzsteigerungen als auch auf gezielt geförderte Entwicklungen wie die KfW-Förderung der Industrie oder das Gebäudesanierungsprogramm zurück, wobei der Szenarienvergleich die Trennung dieser Effekte ermöglicht.

In den skizzierten internationalen Studien wird explizit nach den Rahmenbedingungen gefragt, unter welchen die notwendige Klimaschutzpolitik positive Wirkungen auf den Arbeitsmarkt zur Folge hat. Die Resultate sind eindeutig: Ambitionierter Klimaschutz führt nicht zu großen gesamtwirtschaftlichen Einbußen, sondern bietet Chancen auf mehr Wachstum und Arbeitsplätze. Unterschiedlich wird gesehen, in welchem Zeithorizont und unter welchen Randbedingungen sich positive Wirkungen einstellen. Globale Abschätzungen können keine detaillierten Maßnahmen abbilden, denn die Bevorzugung zum Beispiel von Preissteuerung gegenüber Mengensteuerung unterscheidet sich in den verschiedenen Weltregionen. Je nach Geschwindigkeit des Umstiegs auf eine saubere Produktion tritt die Beschäftigung in den mit der Nutzung oder Herstellung sauberer Technologien befassten Wirtschaftszweigen früher oder später auf. In nationalen Studien werden Beschäftigungswirkungen überwiegend im Kontext konkreter politischer Instrumente und Maßnahmen diskutiert. Die Wirkung fällt in den modellgestützten Analysen für Deutschland meist positiv aus. Allgemein wird erwartet, dass einige Wirtschaftszweige negativ durch den Transformationsprozess beeinflusst werden, während andere besonders stark profitieren. Hauptsächliche Treiber sind zusätzliche Investitionen, die Einsparung teurer fossiler Brennstoffe sowie steigende Wettbewerbsfähigkeit. Der folgende Abschnitt geht vor allem auf die positiven Faktoren in größerem Detail ein.

2.2 Positive und negative Einflussfaktoren – die Ausgestaltung von flankierenden Maßnahmen

In den meisten Studien wird die Ausgestaltung der politischen Maßnahmen und Instrumente als Treiber für die Beschäftigungseffekte thematisiert. Zur Reduzierung der kohlenstoffhaltigen Brennstoffe sollen Zertifikatehandel bzw. CO₂-Steuern beitragen. Solche marktorientierten Instrumente werden als besonders effizient bei der Auslösung grüner Investitionen eingestuft (CE et al. 2011), die zu positiven BIP- und Beschäftigungseffekten führen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass marktorientierte Instrumente oftmals in der Praxis nicht die Wirkung entfalten, die in Modellen unterstellt wird. Vielfältige Hemmnisse, wie das Nutzer-Investor-Dilemma bei Mietwohnungen, lassen sich oftmals besser durch Regulierung und weiche Instrumente überwinden (vgl. ifeu et al. 2011).

Zertifikate und CO₂-Steuern sind mit zusätzlichen staatlichen Einnahmen verbunden und die Beschäftigungswirkung hängt stark davon ab, wie diese zusätzlichen Mittel verwendet werden. Als besonders beschäftigungssteigernd gilt die Reduktion von Sozialabgaben für Arbeitnehmer (CE et al. 2011, OECD 2012) oder auch die öffentliche Investition in die Infrastruktur (CE et al. 2011). In den meisten Studien werden bei der Reduktion von Mehrwertsteuersätzen oder auch allgemeinen Einkommenssteuern moderate beschäftigungssteigernde Effekte erreicht, weswegen diese Verwendung staatlicher Mehreinnahmen in Sensitivitätsanalysen häufig als Referenz fungiert. Weniger positive Effekte für die Beschäftigung ergeben sich beispielsweise bei einer Erhöhung der Sozialleistungen. Einen umfassenden Überblick über Studien mit Erkenntnissen zur Wirkung von alternativen Verwendungsarten öffentlicher Einnahmen geben Barker et al. (2009). Viele Studien nehmen Bezug auf die Diskussion zur ökologischen Steuerreform bzw. Environmental Tax Reform (ETR). Erkenntnisse aus internationalen und nationalen Studien hierzu sind in ILO (2012, S. 167ff) zusammengefasst. So kann es als gesichert gelten, dass die Besteuerung von Produkten und Inputs, welche zu erhöhten Umweltverschmutzungen oder THG-Emissionen führen, bei gleichzeitiger steuerlicher Entlastung des Faktors Arbeit die negativen Wirkungen höherer Kosten und Preise auffängt. Internationale Organisationen wie die OECD und die Europäische Kommission fordern seit längerem eine Verschiebung

der Steuer- und Abgabenlast von direkten Steuern auf Einkommen hin zu (indirekten) Verbrauchssteuern, die auch Energie- und Umweltsteuern einschließen und externe Effekte korrigieren können (OECD 2012, 92).

Tabelle 2: Zusammenfassung Literaturlauswertung

Treiber	Erkenntnisse und wichtige Fundstellen*
Regulierung oder marktorientierte Instrumente	Marktorientierte Instrumente sind gesamtwirtschaftlich effizienter bei der Auslösung „grüner“ Investitionen (CE et al. 2011).
Staatliche Gegenfinanzierung	<p>Einnahmen durch neue Steuern oder Abgaben sollten den Faktor Arbeit entlasten (CE et al. 2011, OECD 2012).</p> <p>Öffentliche Ausgaben durch Subventionstätigkeiten sollten nicht einseitig über Energiesteuern und nie über Lohnsteuern gegenfinanziert werden (Böhringer et al. 2012).</p>
Flexibilität des Arbeitsmarktes	<p>Qualifizierung kann zum Flaschenhals von „Green Growth“ bzw. der Förderung neuer Technologien werden (CE et al. 2011, Jaeger et al. 2011, Blazejczak et al. 2011).</p> <p>Reduktion der (weltweiten) Arbeitslosigkeit ist nur möglich, wenn auch Jobs für Unqualifizierte geschaffen werden (Jaeger et al. 2011).</p>
Hohe Energiepreise	<p>Hohe Energiepreise erhöhen die Wirtschaftlichkeit von Effizienzmaßnahmen und damit die Investitionsbereitschaft (ifeu et al. 2011).</p> <p>Hohe Preise für fossile Energieträger verringern die Differenzkosten der EE und machen ihren Ausbau gesamtwirtschaftlich tragfähiger (Lehr et al. 2011a, Fh-ISI et al. 2010).</p>
First-Mover Advantage	<p>Investitionen in Energieeffizienz können zu Wettbewerbsvorteilen im Leitmarkt der Effizienztechnologien und damit zu neuen Arbeitsplätzen führen (Fh-ISI et al. 2008).</p> <p>Exporte Deutschlands im Bereich EE-Technologien sind bedeutend für die Nettobeschäftigung (Lehr et al. 2011a, Fh-ISI et al. 2011).</p>
Marktreife neuer Technologien	Noch ist offen, welche Antriebsart sich wie schnell auf den deutschen und europäischen Fahrzeugmärkten durchsetzt. Je nach Technologie fallen die Beschäftigungseffekte unterschiedlich aus (Spath et al. 2012, Holtermann et al. 2011).

Treiber	Erkenntnisse und wichtige Fundstellen*
Rohstoffsubstitution führt zu vielfältigen strukturellen Veränderungen	<p>Zukünftige Entwicklung der Differenzkosten im Bereich EE ist von vielen Faktoren abhängig (Lehr et al. 2011a, Fh-ISI et al. 2011).</p> <p>Ist die Substitution von Rohstoffen durch Sekundärrohstoffe mit wenig Kosten verbunden, führt Recycling zu positiven gesamtwirtschaftlichen Wirkungen (Distelkamp et al. 2011, Meyer 2011).</p> <p>Die Verschiebung der Produktion von Roh- und Grundstoffherstellung hin zu Sammlung und Aufbereitung von Abfall ist im Kontext unterschiedlicher Arbeitsintensitäten zu sehen (Walz et al. 2001, Distelkamp et al. 2011, Meyer 2011).</p>

* Studien, in denen dieser Zusammenhang modellgestützt untersucht wird.

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

In vielen Klimaschutz-Studien wird der Ausbau erneuerbarer Energien als Szenarioannahme nicht detailliert dargestellt. In der Regel dürften, wie auch bei anderen „grünen“ Investitionen, verstärkte EE-Investitionen durch höhere Kosten für Strom und Wärme abgebildet werden (vgl. CE et al. 2011, S. 49). Werden über einen längeren Zeitraum Energieeffizienzmaßnahmen durchgeführt, verringern sich auch die Einnahmen des Staates bei den Energiesteuern (ifeu et al. 2011, S. 95). Diese Problematik wird auch bei den Kosten-Nutzen-Analysen im Bereich E-Mobilität thematisiert (vgl. Holtermann et al. 2011, Baum et al. 2011).

Auf die Notwendigkeit arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen, insbesondere Qualifizierungsmaßnahmen, wird in vielen internationalen und nationalen Studien aufmerksam gemacht (UNEP 2008, S. 289). Zum einen stellt sich die Frage, inwiefern unqualifizierte Arbeitskräfte im Transformationsprozess den Weg aus der Arbeitslosigkeit finden, zum anderen ist von Interesse, welche spezialisierten Fachkräfte benötigt werden, um neue Technologien voranzubringen. Die Flexibilität des Arbeitsmarktes sichert nicht nur die positiven Beschäftigungseffekte ab, sondern erhöht auch die Wohlfahrt in Klimaschutzszenarien (vgl. Jaeger et al. 2011). Qualifizierung wird häufig als möglicher Flaschenhals der Green Economy angesehen (UNEP 2008, CE et al. 2011). CE et al. (2011) unterstellen einen Mismatch durch die Reduktion des Arbeitsangebots um 0,5% und ermitteln bis zum Jahr 2020 eine um 0,1% geringere Wirtschaftsleistung (ebd., S. 77f). Hier wird auch modellgestützt nachgewiesen, dass in „grünen“ Szenarien die Arbeitsnachfrage im Bereich Hochqualifizierter stärker zunimmt als in einem Referenzszenario (ebd., S. 89f). Blazejczak et al. (2011) identifizieren die Flexibilität des Arbeitsmarktes als besonders starken Einfluss auf die Beschäftigungswirkung des Ausbaus erneuerbarer Energien.

Das **Preisniveau und die Preisentwicklung für fossile Energieträger** auf dem Weltmarkt gelten als weitere wichtige Einflussfaktoren für die Geschwindigkeit und Art des Transformationsprozesses hin zu einer Green Economy. Allerdings wird der Einfluss fossiler Energiepreise auf die Transformation zur Green Economy besonders intensiv im Zusammenhang mit Untersuchungen zum Ausbau erneuerbarer Energien modellgestützt untersucht. Wechselwirkungen zwischen Energiepreisen und CO₂-Steuern werden in den betrachteten Klimaschutz-Studien selten im Modellkontext ausgearbeitet. Die Entwicklung und Herstellung von Technologien, die zur Einsparung von fossilen Brennstoffen beitragen, lohnen sich allgemein umso mehr je höher die jeweiligen Energiepreise sind. In der Effizienzstudie für Deutschland (ifeu et al. 2011) bewirkt ein höherer Preispfad fossiler Energieträger (+50% im Jahr 2030) im Gebäudebereich eine zusätzlich ausgelöste Investitionssumme für die Gebäudesanierung von über 1 Mrd. Euro. Damit erhöhen sich auch die Beschäftigungseffekte. Bei Lehr et al.

(2011a) werden vier Preisentwicklungspfade in der Zukunft auf ihre Wirkung auf Brutto- und Nettobeschäftigung durch den Ausbau EE untersucht. Höhere Preise fossiler Brennstoffe senken die Mehrkosten erneuerbarer Energien und entlasten die staatlichen und privaten Budgets. Über diesen sogenannten Budgeteffekt wird die Nettobeschäftigung positiv beeinflusst, denn die negativen Einflüsse werden bei gleichbleibenden positiven Einflüssen geringer.

Der sogenannte „**First-Mover Advantage**“ ist im Kontext Green Economy und Klimaschutz ein wichtiges Thema. Länder, deren Forschung in zukunftssträchtigen Technologien Pionierleistungen erbringt und deren Industrie bzw. Dienstleistungssektor es schafft, diese Technologien als innovative Produkte auf dem Weltmarkt anzubieten, haben in Zukunft komparative Vorteile. Die Aussicht, mit grünen Technologien international Wettbewerbsvorteile zu erringen und Wachstum zu generieren, ist daher häufig Teil der Analysen in nationalen Studien zu Energieeffizienz (ifeu et al. 2011, Fh-ISI 2009) und erneuerbaren Energien (Lehr et al. 2011).

In Verbindung mit dem First-Mover-Vorteil ist es jedoch zusätzlich kritisch, Aussagen darüber zu treffen, welche Technologien überhaupt das **Potenzial zur Marktreife** haben und welche sich tatsächlich auch international durchsetzen. Besonders deutlich wird dies bei Studien zu Elektromobilität. Allein für die Komponente des Antriebsstrangs für Kraftfahrzeuge existieren derzeit vier bis fünf Technologien, die potenziell den zukünftigen Massenmarkt entweder alleine oder in Kombination dominieren könnten (z. B. Spath et al. 2012). Gerade in Deutschland gibt es auch Entwicklungspfade, welche nur zu geringen Beschäftigungseffekten in der Automobilbranche führen könnten, da hier andere Nationen den „ersten Schritt“ gemacht haben (z. B. Hybrid-Antriebe). Technologische Entwicklungen und ihre Etablierung auf dem Weltmarkt sind schwer vorherzusehen und beeinflussen also direkt oder indirekt die (nationalen) Beschäftigungseffekte. Auch im Bereich der erneuerbaren Energien sind diese Entwicklungen relevant. Durch den frühen Ausbau von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen konnten sich Unternehmen rechtzeitig Marktanteile sichern.

Die meisten Autoren finden Auswirkungen der Transformation zur Green Economy auf die *Wirtschaftsstruktur*. Diese sind teilweise von größerer Bedeutung zum Beispiel für die Beschäftigung als die veränderte *Wirtschaftsleistung*. So finden veränderte Produktionsweisen in veränderten Vorleistungen und somit veränderten Strukturen ihren Niederschlag. In Sektoren, in denen Rohstoffe eingesetzt und in Grundstoffe umgewandelt werden oder in denen Energie aus fossilen Brennstoffen erzeugt wird, ist mit Produktionsrückgängen zu rechnen, wenn auf grünere Energieerzeugung umgestellt wird. Andere Sektoren, welche z. B. grüne Technologien zur Anwendung bringen oder unternehmensnahe Dienstleistungen anbieten, weiten ihre Produktion aus. Dies hat zur Folge, dass die Beschäftigungswirkung je nach **Wirtschaftsstruktur** – Verteilung der Umsätze auf Branchen – für Länder sehr unterschiedlich ausfallen kann.

Die Anstrengungen anderer Länder beeinflussen wiederum die Nachfrage nach Exportgütern und somit auch die Produktion in Deutschland. Wie hoch die Exporte bereits jetzt sind und wie sie sich zusammensetzen, wird im nächsten Kapitel ausführlich beschrieben.

3 Welthandel mit Umweltschutzbezogenen und Zukunftstechnologiegütern

3.1 Fragestellung und Vorgehensweise

Viele theoretische und empirische Studien stützen die Hypothese, dass mit einem Übergang zu einer Green Economy zusätzliche Exportchancen für Güter entstehen, die eine solche Transformation unterstützen und ermöglichen. In diesem Kapitel wird der Frage nachgegangen, in welchem Umfang deutsche Exporteure an der weltweiten Entwicklung von Märkten für solche Güter partizipieren können.

Zunächst wird untersucht, wie sich das Volumen des Welthandels für diese Güter differenziert nach Güter- und Ländergruppen in einem Ex-Post-Jahr (2012) darstellt. Dazu wird die COM-TRADE-Datenbank (United Nations Commodity Trade Statistics Database) ausgewertet.⁶ Die COMTRADE-Datenbank enthält jährliche Daten von Exporten und Importen in Mengen und Werten von rund 200 Ländern nach Handelspartnern.

In der Summe müssten die Importe eines Landes mit den Exporten aller Handelspartner in dieses Land übereinstimmen. Aufgrund von Erhebungsproblemen ist das nicht der Fall. Um Inkonsistenzen zu vermeiden, wurden für das Welthandelsmodell nur die Exportdaten verwendet und es wurde angenommen, dass die Exporte eines Landes A in ein Land B gleichzeitig die Importe von B aus A darstellen und dass die Exporte aller Länder in ein Land den gesamten Importen dieses Landes entsprechen.

In Form von Szenariorechnungen wird anschließend gezeigt, wie sich das Welthandelsvolumen ex ante in den Stichjahren 2020 und 2030 entwickeln könnte. Mit Annahmen über die Lieferanteile Deutschlands am Welthandel lassen sich dann im Rahmen eines „Welthandelsmodells Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegüter“ die deutschen Exporte dieser Güter abschätzen.

Bei einem beschleunigten Übergang zu einer Green Economy können zusätzliche Exportchancen entstehen. Mögliche Größenordnungen, die sich unter bestimmten Annahmen dafür bis 2030 ergeben könnten, werden mit Hilfe des Welthandelsmodells ermittelt. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen solcher zusätzlichen Exporte werden in den Kapiteln zu den einzelnen Themenfeldern abgebildet.

3.2 Modellstruktur

Treiber der deutschen Exporte von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern sind

- ▶ das Wirtschaftswachstum in den Zielländern der deutschen Exporte,
- ▶ die Importanteile der Zielländer deutscher Exporte, verstanden als die Anteile der Importe von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern am BIP dieser Länder und
- ▶ die Lieferanteile Deutschlands, definiert als Anteile der Importe von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern aus Deutschland⁷ an den gesamten Importen dieser Güter der Zielländer.

3.2.1 Überblick

Abbildung 1 zeigt das Welthandelsmodell im Überblick. Für einzelne oder zu Gruppen zusammengefasste Länder wird das Bruttoinlandsprodukt (BIP) von einem Ausgangswert aus mit Hilfe von

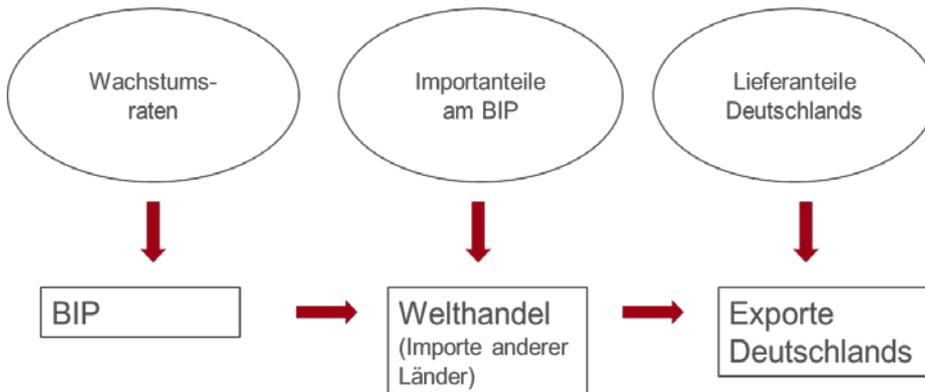
⁶ Die Auswertung erfolgt mit WITS (World Integrated Trade Solution), einer von der Weltbank entwickelte Software, die neben analytischen Tools mehrere Datenbanken enthält, darunter die COMTRADE.

⁷ Die Importe eines Landes aus Deutschland werden mit den deutschen Exporten in dieses Land gleichgesetzt.

Wachstumsraten fortgeschrieben. Die Nachfrage der Länder nach Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern wird zum Teil durch Importe aus dem Ausland gedeckt; mit dem Anteil dieser Importe am BIP und dem zuvor bestimmten BIP ergeben sich die Importe der Länder oder Ländergruppen von Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegütern; in der Summe aller Länder ist das der Welthandel mit diesen Gütern. Die Lieferanteile Deutschlands geben an, welchen Teil ihrer Importe von umweltschutzbezogenen (USB)- und Zukunftstechnologie (ZT)-Gütern andere Länder aus Deutschland beziehen, so dass schließlich die Exporte Deutschlands ermittelt werden können.

Abbildung 1: Modellstruktur des DIW-Welthandelsmodells

für einzelne Zielländer bzw. Gruppen von Zielländern deutscher Exporte



Quelle: DIW Berlin.

3.2.2 Ländergruppen

Informationen zu Handelsströmen liegen in der COMTRADE-Datenbank für rund 200 Länder vor. Der Übersichtlichkeit und Handhabbarkeit halber sind sie in der vorliegenden Untersuchung zu 11 Ländergruppen zusammengefasst. Die Ländergruppierung berücksichtigt die geographische Lage, den gegenwärtigen wirtschaftlichen Entwicklungsstand und die Wachstumsperspektiven und – damit oft verbunden – die Aussichten für einen Übergang zu einer Green Economy. 14 Länder, die als Absatzmärkte für deutsche Exporteure besonders bedeutend sind, werden einzeln ausgewiesen. Tabelle 3 zeigt die Ländergruppen und gibt die Anzahl der jeweils einzeln ausgewiesenen Länder an. Anhang 1 zeigt die Zuordnung von Ländern zu Ländergruppen.

Tabelle 3: Übersicht über die Ländergruppen des DIW Welthandelsmodells

Ländergruppen	Anzahl der Länder / davon einzeln ausge- wiesen
EU28	28/8
Sonstige OECD-Länder	13/3
Sonstige Hocheinkommensländer	24/0
BRICS-Länder	5/3
Nicht-OECD Next-Eleven-Länder	8/0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa	15/0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik	19/0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik	26/0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika	10/0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien	5/0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Sub-Sahara-Afrika	46/0

Quelle: Zusammenstellung des DIW Berlin.

3.2.3 Gütergruppen

Im Welthandelsmodell werden zwei Kategorien von Gütern unterschieden, die einen Übergang zu einer Green Economy ermöglichen und unterstützen können:

- ▶ umweltschutzbezogene (USB-) Güter und
- ▶ Zukunftstechnologie- (ZT-) Güter.

USB-Güter können zur Vermeidung, Verminderung und Beseitigung von Umweltbelastungen eingesetzt werden. Sauberere Produkte und Prozesse, die anderen Zwecken als dem Umweltschutz dienen, die aber im Vergleich zu konventionellen Produkten und Prozessen mit vergleichbarer Funktion weniger umweltbelastend sind, werden damit nicht erfasst. Bei ZT-Gütern sind sauberere Alternativen vorhanden oder erkennbar. In den Daten ist der Anteil saubererer Alternativen nicht auszumachen, sie spiegeln auch die stärker umweltbelastenden Varianten wider. Es kann angenommen werden, dass sich im Zuge des Übergangs zu einer Green Economy die saubereren Alternativen immer stärker durchsetzen.

USB- und ZT-Güter sind nach Umweltzwecken in Gütergruppen eingeteilt. Um die Addierbarkeit der ermittelten Werte zu gewährleisten, sind alle Gütergruppen überschneidungsfrei abgegrenzt, es findet sich also keine Güterposition in mehr als einer Gütergruppe.

Umweltschutzbezogene Güter

Die Abgrenzung von USB-Gütern lehnt sich an die von NIW und Destatis erarbeitete Liste von potenziellen Umweltschutzgütern an (Gehrke, Schasse 2013). Sie enthält rund 250 Güterpositionen auf der 9-Steller-Ebene des Güterverzeichnisses für die Produktionsstatistik in der Fassung von 2009 (GP 2009), die Umweltschutzbereichen zugeordnet sind.

Das Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik unterscheidet nicht nach dem Einsatzzweck von Gütern. Bei den meisten Positionen der NIW/Destatis-Liste handelt es sich um Güter, die auch für andere Zwecke als den Umweltschutz eingesetzt werden können. Dem wird mit der Bezeichnung „potenzielle Umweltschutzgüter“ Rechnung getragen. Damit wird darauf verwiesen, dass die Hersteller dieser Güter die Potenziale besitzen, auf die Anforderungen zu reagieren, die sich bei einem Übergang zu einer Green Economy ergeben.

Für die Auswertung der COMTRADE-Datenbank waren die Güterpositionen der NIW/Destatis-Liste auf 6-Steller-Positionen der HS (Harmonized System) umzusetzen. Die HS Klassifikation ist eine Güterklassifikation für Zoll- und Handelsdaten, die von der World Customs Organisation (WCO) unterhalten wird. Für die Analysen in dieser Studie wurde die Version 2007 (HS 2007) verwendet. Sie enthält in 21 Sektionen 1.200 Positionen, die in ca. 5.000 Unterpositionen aufgeschlüsselt sind.

Zur Umsetzung wurden die den 9-Stellern jeweils übergeordneten 6-Steller der GP 2009 mit den entsprechenden 6-Stellern der HS 2007 verknüpft. Verwendet wird der vorliegende Umsteigeschlüssel zwischen den 6-Stellern der CPA 2008⁸ und der HS 2007. Bei mehrdeutigen Korrespondenzen von HS-6-Stellern zu einer GP-6-Steller-Position wurde ein Abgleich mit Hilfe der Güterbeschreibungen vorgenommen, um die am ehesten korrespondierende HS-6-Steller-Position auszuwählen.

Die HS-Positionen wurden nach 9 Umweltschutzbereichen gruppiert. Grundlage war die Zuordnung in der NIW/Destatis-Liste, wobei von mehreren dort bei einzelnen Positionen genannten Umweltschutzbereichen der jeweilige Hauptbereich gewählt wurde. Tabelle 4 zeigt die Umweltschutzbereiche mit der Anzahl der jeweils enthaltenen 6-Steller-Positionen der HS 2007.

⁸ Die GP 2009 ist die deutsche Version der internationalen Klassifikation CPA (Statistical Classification of Products by Activity) 2008.

Tabelle 4: Zuordnung der umweltschutzbezogenen Güter (USB-Güter) zu Umweltschutzbereichen

Gütergruppe	Anzahl der 6-Steller im HS 2007
Abfallwirtschaft	51
Abwasserwirtschaft	66
Luftreinhaltung	19
Lärmbekämpfung	7
Erneuerbare Energien	32
Rationelle Energieverwendung	51
Rationelle Energieumwandlung	11
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	21
Sonstige *	7
USB-Güter insgesamt	265

* Schutz und Sanierung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser, Artenschutz.

Quelle: Zusammenstellung des DIW Berlin.

Eine feinere Gütergliederung führt zu niedrigeren Werten als eine weniger feine. Anders ausgedrückt: Bei einer Gütergliederung auf einer höheren Aggregationsebene enthalten die Ergebnisse einen höheren Anteil von Gütern, die nicht tatsächlich für den Umweltschutz eingesetzt werden. Das NIW nimmt deshalb beim Ausweis der Ergebnisse seiner Analysen des Außenhandels mit potenziellen Umweltschutzgütern von den Daten, die auf der 6-Steller-Ebene der HS ermittelt worden sind, Abschläge vor, die die feinere Gütergliederung (auf einer 9-Steller-Ebene) in der GP berücksichtigen sollen; die Abschlagsfaktoren sind aus der Differenz einer Betrachtung auf der 6-Steller- und auf der 9-Steller-Ebene der Produktionsstatistik abgeleitet. Für die Betrachtung der Chancen deutscher Unternehmen auf internationalen Märkten bei einem Übergang zu einer Green Economy kommt es aber nicht darauf an, welches Volumen von Gütern heute tatsächlich für den Umweltschutz eingesetzt wird. Vielmehr geht es darum, die technologische Leistungsfähigkeit deutscher Anbieter zu charakterisieren. Dazu ist eine Verwendung von Abschlagsfaktoren nicht erforderlich.

Um zu verdeutlichen, dass es Unterschiede zwischen der NIW/Destatis-Liste von potentiellen Umweltschutzgütern und der für das Welthandelsmodell verwendeten Liste gibt (mögliche Unterschiede bei der Umschlüsselung der CP-9-Steller auf die HS-6-Steller und Anwendung gegenüber Nicht-Anwendung von Abschlagsfaktoren), wird letztere als Liste umweltschutzbezogener (USB-) Güter bezeichnet.

Zukunftstechnologiegüter

Bei ZT-Gütern gilt das Potenzialkonzept in doppeltem Sinne. Zum einen spielt auch hier die „multiple-purpose“-Problematik eine Rolle: Die Güter dienen auch anderen Zwecken als dem Umweltschutz. Wichtiger aber ist – und das rechtfertigt die Erfassung dieser Güter als eigene Kategorie – dass es sich hierbei um Güter handelt, für die sauberere Alternativen existieren oder mindestens absehbar sind, die also prinzipiell umweltfreundlicher gestaltet werden können, es aber nicht notwendigerweise bereits sind. Die Steigerung des Anteils sauberer Alternativen dürfte entscheidend für die

internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen bei einem Übergang zu einer Green Economy sein.

Zur Identifikation von ZT-Gütern wurden Studien zu „Grünen Zukunftsmärkten“ ausgewertet:

- ▶ Walz et al. (2008) definieren acht Handlungsfelder/Zukunftsmärkte mit zugehörigen Produktgruppen und Technologielinien und deren technischen Hauptkomponenten;
- ▶ Roland Berger (2012) beschreibt sechs Leitmärkte für Umwelttechnik und Ressourceneffizienz, jeweils mit Marktsegmenten und Technologielinien;
- ▶ Gehrke, Schasse, Ostertag (2014, Übersicht A.4.1, S. 185 ff.) stellen dar, wie sich die Abgrenzungen der Konzepte „Greentech-Leitmärkte“ und „Grüne Zukunftsmärkte“ von dem der „potenziellen Umweltschutzgüter“ (siehe vorhergehenden Abschnitt) unterscheiden.

Auf dieser Grundlage wurden entsprechende Güterpositionen auf der 6-Steller-Ebene der HS 2007 identifiziert. Sie wurden nach fünf Technologiebereichen gruppiert; diese sind in Tabelle 5 mit der jeweiligen Anzahl der berücksichtigten 6-Steller der HS 2007 aufgeführt.

Tabelle 5: Zuordnung der Zukunftstechnologiegüter (ZT-Güter) zu Zukunftsmärkten

Gütergruppe	Anzahl der 6-Steller im HS 2007
Nachhaltige Wasserwirtschaft	88
Umweltfreundliche Energieerzeugung und -speicherung	14
Energieeffizienz	165
Rohstoff- und Materialeffizienz	222
Nachhaltigere Mobilität	150
ZT-Güter insgesamt	639

Quelle: Zusammenstellung des DIW Berlin.

Rahmendaten

Das Volumen des Welthandels mit und der deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern hängt auch vom Wirtschaftswachstum in den Zielländern deutscher Exporte ab. Es wird durch das BIP in US\$ zu Preisen von 2010 beschrieben. Die Werte für 2010 und die Veränderungsraten zu konstanten Preisen bis 2019 konnten der World Economic Outlook Database April 2014 des IMF (IMF 2014) entnommen werden. Die Fortschreibung für die Szenariorechnungen bis 2030 erfolgt mit den Veränderungsraten aus dem MaGE-Modell (Fouré et al. 2012 und 2013). Für die Welt insgesamt ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von 3,1% im Zeitraum 2010 bis 2020 und von 3,2% im Zeitraum von 2020 bis 2030.

3.3 Ex-Post-Analyse für das Jahr 2012

Ausgangspunkt für die Szenariorechnungen für das Jahr 2030 ist die Situation im Jahr 2012, wie sie im Folgenden für die Treiber der deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern dargestellt wird.

3.3.1 Importanteile

Tabelle 6 zeigt die Importanteile am BIP nach Ländergruppen für USB- und ZT-Güter in 2012. In den Importanteilen spiegelt sich einerseits die Bedeutung, die die Nachfrage nach diesen Gütern in den

jeweiligen Ländern hat: Länder, die hohe Importanteile haben, verwenden einen höheren Anteil ihres BIP für die Nachfrage nach Gütern, die einen Übergang zu einer Green Economy unterstützen und ermöglichen; für ZT-Güter gilt das nur soweit sauberere Prozesse und Produkte darunter an Gewicht gewinnen. Andererseits kommen in den Importanteilen aber auch der Grad der Einbindung der Länder in die internationale Arbeitsteilung und damit der technologische Stand der heimischen Wirtschaft zum Ausdruck.

Tabelle 6: Importe von USB- und ZT-Gütern als Anteil am BIP 2012 in %

Ländergruppen	USB- und ZT-Güter zusammen	USB-Güter	ZT-Güter
EU28	8,1%	2,1%	6,0%
Sonstige OECD-Länder	3,9%	0,9%	3,0%
Sonstige Hocheinkommensländer	11,3%	3,1%	8,3%
BRICS-Länder	3,7%	0,8%	2,9%
Nicht-OECD-Next Eleven-Länder	5,6%	1,4%	4,2%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa	8,7%	2,7%	6,0%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik	16,2%	4,1%	12,1%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik	6,5%	1,3%	5,2%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika	9,5%	2,3%	7,3%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien	6,4%	1,5%	4,9%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Sub-Sahara-Afrika	8,4%	2,1%	6,3%
Insgesamt	5,5%	1,3%	4,2%

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

In allen Ländergruppen haben die Importe von ZT-Gütern – gemessen am jeweiligen BIP – ein höheres Gewicht als die Importe von USB-Gütern. Im Durchschnitt aller Länder ist der Importanteil von ZT-Gütern mehr als dreimal so hoch wie der von USB-Gütern. Überdurchschnittliche Importanteile haben die EU-Länder sowie die weniger nachfragestarken sonstigen Hocheinkommensländer und Länder mit mittleren und niedrigen Einkommen. Unterdurchschnittlich sind die Importanteile der Nicht-EU-OECD-Länder sowie der BRICS- und anderen Schwellenländer.

Tabelle 7 zeigt die Anteile der Ländergruppen am Welthandel mit USB- und ZT-Gütern. Diese Anteile ergeben sich aus den in Tabelle 6 dargestellten Importanteilen und der Wirtschaftskraft, gemessen am BIP, der jeweiligen Länder. Die wichtigsten Teilmärkte des Weltmarktes sowohl für USB- als auch für ZT-Güter sind die der EU-Länder, der sonstigen OECD-Länder und der BRICS-Länder. Zusammen

stehen sie für gut 80% des Welthandels mit USB- und ZT-Gütern. Unter den EU-Ländern entfallen auf Frankreich und das Vereinigte Königreich 5% bzw. 4% der weltweiten Importnachfrage nach USB- und ZT-Gütern; auf die USA entfallen knapp 15%, auf China fast 6%.

Die Unterschiede in den Importanteilen können in Zukunft bedeutende Struktureffekte für Höhe und Struktur der deutschen Ausfuhren mit sich bringen, wenn das Wirtschaftswachstum in den verschiedenen Ländergruppen unterschiedlich verläuft.

Tabelle 7: Anteile der Ländergruppen am Welthandel mit USB- und ZT-Gütern 2012 in %

Ländergruppen	USB- und ZT-Güter zusammen	USB-Güter	ZT-Güter
EU28	37,5%	39,5%	36,9%
Sonstige OECD-Länder	30,9%	29,4%	31,4%
Sonstige Hocheinkommensländer	5,4%	6,0%	5,2%
BRICS-Länder	12,4%	11,4%	12,7%
Nicht-OECD-Next Eleven-Länder	3,4%	3,5%	3,4%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa	1,3%	1,7%	1,2%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik	3,0%	3,2%	3,0%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik	2,7%	2,2%	2,9%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika	1,8%	1,8%	1,8%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien	0,2%	0,1%	0,2%
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Sub-Sahara-Afrika	1,3%	1,3%	1,3%
Insgesamt	100,0%	100,0%	100,0%

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

3.3.2 Lieferanteile

Die Anteile der Importe von USB- und ZT-Gütern aus Deutschland an den gesamten Importen dieser Güter, oder – anders ausgedrückt – die Lieferanteile Deutschlands, sind Ausdruck der Wettbewerbsstärke deutscher Anbieter. Tabelle 8 zeigt die Lieferanteile für Ländergruppen für USB-Güter insgesamt und nach umweltschutzbereichsbezogenen Gütergruppen. Insgesamt hat Deutschland 2012 einen Anteil am Welthandel für USB-Güter in der hier gewählten Abgrenzung von 13,8%. Besonders hoch ist der deutsche Anteil an den Importen von USB-Gütern der EU- und BRICS-Länder. Die deutschen Lieferanteile unterscheiden sich deutlich für die einzelnen Umweltschutzbereiche, für alle

Ländergruppen sind sie am höchsten für Güter zur Luftreinhaltung und – von sonstigen Umweltschutzgütern abgesehen - am geringsten für Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien. Jedoch streuen die Werte der Lieferanteile für die Ländergruppen auch innerhalb der einzelnen Gütergruppen stark; in allen Gütergruppen ist allerdings der deutsche Lieferanteil an den Importen der EU-Länder am höchsten.

Tabelle 8: Importe von USB-Gütern aus Deutschland als Anteil an allen Importen (Lieferanteile Deutschlands) von USB-Gütern 2012 in %

Ländergruppen	Zusammen	Abfallwirtschaft	Abwasserwirtschaft	Luftreinhaltung	Lärmbekämpfung	Erneuerbare Energien	Rationelle Energieverwendung	Rationelle Energieumwandlung	Mess-, Steuer-, Regeltechnik	Sonstige
EU28	20,6	20,1	20,5	27,2	20,1	18,1	20,3	16,4	22,9	8,0
Sonstige OECD-Länder	10,3	10,2	9,8	12,7	12,2	8,5	9,7	8,8	13,0	0,4
Sonstige Hocheinkommensländer	7,5	8,0	7,7	10,3	7,4	2,8	4,6	13,9	9,8	2,1
BRICS-Länder	15,6	17,5	17,5	20,5	16,8	7,9	8,5	15,6	21,9	5,8
Nicht-OECD-Next Eleven-Länder	5,8	7,6	5,6	8,7	3,8	3,3	1,4	6,9	6,9	1,1
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa	12,0	14,7	10,7	25,5	19,6	11,8	8,6	3,4	14,2	6,8
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik	5,5	6,6	4,5	7,8	4,0	5,7	2,0	10,0	5,9	0,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik	5,7	6,9	5,2	11,2	6,4	3,5	4,0	3,5	9,7	0,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika	8,5	9,8	7,2	14,1	11,7	3,8	5,3	12,4	11,8	0,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien	7,4	5,9	4,1	2,5	4,6	15,1	7,5	4,2	6,1	0,0

Ländergruppen	Zusammen	Abfallwirtschaft	Abwasserwirtschaft	Luftreinhaltung	Lärmbekämpfung	Erneuerbare Energien	Rationelle Energieverwendung	Rationelle Energieumwandlung	Mess-, Steuer-, Regeltechnik	Sonstige
Mittel- und Niedrigeinkommensländer der Sub-Sahara-Afrika	3,4	4,5	2,8	6,3	8,1	2,6	2,5	2,5	5,2	0,0
Insgesamt	13,8	14,2	14,2	19,4	15,9	11,4	13,6	11,6	17,0	2,4

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

Tabelle 9: Importe von ZT-Gütern aus Deutschland als Anteil an allen Importen (Lieferanteile Deutschlands) von ZT-Gütern 2012 in %

Ländergruppen	Zusammen	darunter:									
		Wasserwirtschaft	Energieerzeugung	Energieeffizienz	Rohstoff-/Materialeffizienz	Mobilität	Erneuerbare Energien	Ratio-nelle Energieverwendung	Ratio-nelle Energieumwandlung	Mess-, Steuer-, Regel-technik	Sonstige
EU28	21,8	20,5	18,9	18,8	12,5	25,0	18,1	20,3	16,4	22,9	8,0
Sonstige OECD-Länder	11,4	10,2	8,7	9,4	3,0	13,6	8,5	9,7	8,8	13,0	0,4
Sonstige Hocheinkommensländer	8,0	7,9	6,8	6,8	2,9	8,9	2,8	4,6	13,9	9,8	2,1
BRICS-Länder	16,0	15,7	13,6	19,1	2,6	22,4	7,9	8,5	15,6	21,9	5,8
Nicht-OECD-Next Eleven-Länder	4,8	4,7	8,2	6,1	0,8	6,8	3,3	1,4	6,9	6,9	1,1
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa	10,4	8,4	5,9	14,2	5,2	12,3	11,8	8,6	3,4	14,2	6,8
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik	3,5	3,2	3,3	5,0	1,0	3,9	5,7	2,0	10,0	5,9	0,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik	3,9	4,3	3,2	6,2	0,7	3,8	3,5	4,0	3,5	9,7	0,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika	8,2	11,0	4,9	7,1	4,2	9,9	3,8	5,3	12,4	11,8	0,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien	4,6	2,3	2,4	8,6	0,3	5,4	15,1	7,5	4,2	6,1	0,0

Ländergruppen	Zusammen	darunter:									
		Wasserwirtschaft	Energieerzeugung	Energieeffizienz	Rohstoff-/Materialeffizienz	Mobilität	Erneuerbare Energien	Ratio-nelle Energieverwendung	Ratio-nelle Energieumwandlung	Mess-, Steuer-, Regel-technik	Sonstige
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Sub-Sahara-Afrika	3,3	2,5	3,2	5,7	2,2	3,0	2,6	2,5	2,5	5,2	0,0
Insgesamt	14,8	13,5	12,5	13,2	6,1	17,6	11,4	13,6	11,6	17,0	2,4

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

Der deutsche Anteil am Welthandel mit ZT-Gütern liegt mit 14,8% nur wenig höher als der mit USB-Gütern (Tabelle 9). Besonders hoch ist der Welthandelsanteil Deutschlands bei Gütern, die eine weniger umweltbelastende Mobilität ermöglichen können, wenn diese Güter entsprechend gestaltet werden. Besonders gering ist der deutsche Weltmarktanteil bei Gütern, die zur Rohstoff- und Materialeffizienz beitragen können. Eine besonders starke Stellung hat Deutschland bei ZT- wie bei USB-Gütern in den EU- und den BRICS-Ländern. Für die einzelnen Technologiebereiche unterscheiden sich die deutschen Lieferanteile nach Ländergruppen deutlich; immer sind sie für die EU-Länder und für die BRICS-Länder (hier mit Ausnahme der Güter zur Rohstoff- und Materialeffizienzsteigerung) überdurchschnittlich hoch.

Auch innerhalb der Ländergruppen sind die deutschen Lieferanteile in die Einzelländer durchaus unterschiedlich (Tabelle 31, Anhang 2). Unter den einzeln ausgewiesenen EU-Ländern ist der deutsche Lieferanteil von ZT-Gütern insgesamt und auch nach einzelnen Technologiebereichen immer am größten für Österreich. Vergleichsweise geringe Lieferanteile hat Deutschland an den Importen von ZT-Gütern etwa der Niederlande; hier wird deutlich, dass der Lieferanteil für alle ZT-Güter stark davon abhängt, in welchem Umfang andere Länder Mobilitätsgüter aus Deutschland beziehen.

3.3.3 Exporte

Die Importe anderer Länder von USB- und ZT-Gütern zusammen mit den deutschen Lieferanteilen bestimmen die deutschen Exporte dieser Güter. Sie machen im Jahr 2012 insgesamt 562,6 Mrd. US\$2010 aus (Tabelle 10). Davon sind rund ein Viertel USB-Güter und drei Viertel ZT-Güter. Gut die Hälfte der Exporte geht in EU-Länder, ein weiteres Viertel in sonstige OECD-Länder. BRICS-Länder haben einen Anteil von 16%, übrige Hocheinkommensländer von 4%. Andere Länder sind als Zielländer deutscher Exporte von USB- und ZT-Gütern unbedeutend. Eine ganz ähnliche Gewichtung gilt für jede der beiden Gruppen von Gütern.

Tabelle 10: Exporte Deutschlands von USB- und ZT-Gütern 2012 in Mrd. US\$2010

Ländergruppen	USB- und ZT-Güter zusammen	USB-Güter	ZT-Güter
EU28	289,7	70,9	218,8
Sonstige OECD-Länder	133,9	28,7	105,2
Sonstige Hocheinkommensländer	19,8	5,1	14,7
BRICS-Länder	87,3	19,1	68,1
Nicht-OECD-Next Eleven-Länder	7,6	2,1	5,4
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa	6,8	2,2	4,6
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik	4,8	1,6	3,1
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik	5,2	1,4	3,8
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika	5,3	1,3	4,0
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien	0,3	0,1	0,2
Mittel- und Niedrigeinkommensländer Sub-Sahara-Afrika	1,8	0,5	1,4
Insgesamt	562,6	133,1	429,5

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

3.4 Exportreferenzszenario bis 2030

Mit dem Welthandelsmodell können die Auswirkungen unterschiedlicher Annahmen über die zukünftige Entwicklung von Wachstumsraten und Importanteilen sowie von deutschen Lieferanteilen auf die deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern simuliert werden. Dazu werden Alternativläufe des Modells unter veränderten Annahmen über die genannten Treiber mit einem Referenzlauf verglichen. Die Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario stellen die Auswirkungen der veränderten Annahmen dar.

3.4.1 Annahmen

Für das Referenzszenario wird angenommen, dass das Wirtschaftswachstum in den berücksichtigten Ländern und Ländergruppen bis 2020 wie in der Prognose des IMF verläuft und danach dem Pfad des MaGE-Modells folgt (s. oben Abschnitt 3.2.3). Die gütergruppenspezifischen Importanteile und die Lieferanteile Deutschlands wurden für die berücksichtigten Länder und Ländergruppen mit ihren Werten von 2012 festgehalten.

3.4.2 Ergebnisse

Tabelle 11 zeigt, dass der deutsche Welthandelsanteil bei USB- und ZT-Gütern unter diesen Umständen im Zeitverlauf zurückgeht: Er sinkt von 14,7% in 2012 auf 13,8% in 2030. Diese Entwicklung erklärt sich dadurch, dass die Länder, deren Importe in höherem Maße durch Lieferungen aus Deutschland gedeckt werden, namentlich die EU- und sonstige OECD-Länder, weniger schnell wachsen und dadurch an Gewicht in der Weltwirtschaft verlieren.

Bei USB-Gütern ist der Rückgang mit 1,5 Prozentpunkten stärker als bei ZT-Gütern (0,8 Prozentpunkte). Der Rückgang des deutschen Welthandelsanteils entspricht Minderexporten Deutschlands von mehr als 50 Mrd. US\$2010 gegenüber einer Entwicklung, bei der der deutsche Welthandelsanteil insgesamt konstant bliebe.

Tabelle 11: Welthandelsanteil Deutschlands unter status-quo Bedingungen* in %

Ländergruppen	2012**	2030
USB-Güter	13,8	12,3
ZT-Güter	14,8	14,0
Zusammen	14,7	13,8
Minderexporte Mrd. US\$2010***		-52,7

* Konstante Import- und Lieferanteile nach Länder- und Gütergruppen von 2012.

** Gewichtung mit BIPs von 2010.

*** Bei einem Welthandelsanteil Deutschlands zusammen von 14,7% und gegenüber dem Referenzszenario unverändertem Welthandel.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin

3.5 Sensitivitätsrechnungen

Die deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern hängen im Welthandelsmodell vom weltweiten Wirtschaftswachstum ab, darüber hinaus davon, welchen Anteil ihres BIP andere Länder für den Import solcher Güter verwenden, und schließlich davon, welchen Anteil dieser Importe durch deutsche Lieferanten bestritten wird. Die deutschen Lieferanteile können durch politische Maßnahmen am ehesten beeinflusst werden. Insbesondere können Instrumente und Maßnahmen, die in Richtung auf eine Green Economy führen, die deutschen Welthandelsanteile steigern helfen. Diese Zusammenhänge und die Vorgehensweise zur Bestimmung einer illustrativen Größenordnung der daraus folgenden zusätzlichen Exporte werden in den Abschnitten 3.6 bzw. 3.7 skizziert. Die Konsequenzen der zusätzlichen Exporte werden dann im Zusammenhang mit den themenspezifischen Schwerpunkten in den Kapiteln 5 bis 7 dargestellt.

In diesem Abschnitt wird gezeigt, welche Auswirkungen Veränderungen der übrigen, weniger beeinflussbaren Parameter – des Wirtschaftswachstums und der Importnachfrage nach USB- und ZT-Gütern der Zielländer deutscher Exporte – auf die deutschen Exporte dieser Güter haben. Die Annahmen bezüglich der jeweils anderen Parameter wurden wie im Referenzszenario beibehalten.

3.5.1 Geringeres weltwirtschaftliches Wachstum

Um die Auswirkungen eines geringeren Wachstums in den Zielländern deutscher Exporte auf die deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern zu illustrieren, wurde eine Sensitivitätsrechnung durch-

geführt, bei der die Wachstumsraten aller Länder oder Ländergruppen um ein Drittel reduziert wurden (Tabelle 12). Die Weltwirtschaft wächst dann von 2010 bis 2030 nur noch um rund 2% pro Jahr statt um gut 3% im Referenzszenario.

Tabelle 12: Auswirkungen geringeren weltwirtschaftlichen Wachstums für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario

	2020	2030
Wachstumsraten für alle Länder/Ländergruppen auf 2/3 reduziert		
Welt BIP in Prozent	-9,8%	-19,6%
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-56,5	-151,4
USB-Güter	-13,0	-34,3
ZT-Güter	-43,4	-117,1
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	0,15	0,24
USB-Güter	0,15	0,23
ZT-Güter	0,15	0,25
Elastizität*	0,87	0,88

* Prozentuale Veränderung (Alternativ- gegenüber Referenzszenario) der deutschen Exporte aller Güter zu prozentualer Veränderung (Alternativ- gegenüber Referenzszenario) des Welt-BIP.

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

Die deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern sind in diesem Fall im Jahr 2020 um 56 Mrd. US\$2010 (8,5%) niedriger als im Referenzszenario, im Jahr 2030 um 151 Mrd. US\$2010 (17,3%). Der prozentuale Rückgang der deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern gegenüber dem Referenzszenario ist geringer als der des weltweiten BIP; die Elastizität beträgt 2020 0,87 und 2030 0,88. Der größte Teil des Rückgangs der deutschen Exporte entfällt auf die ZT-Güter (43 bzw. 117 Mrd. US\$2010); bei diesen Gütern ist auch der prozentuale Rückgang etwas stärker als bei den USB-Gütern.

Der deutsche Anteil am Welthandel mit USB- und ZT-Gütern geht im Zeitverlauf bei dem niedrigeren weltwirtschaftlichen Wachstum nicht so stark zurück wie bei höherem. Statt um 0,9 Prozentpunkte im Referenzszenario sinkt er jetzt von 2010 bis 2030 nur um 0,6 Prozentpunkte. Bei einer Reduzierung der Wachstumsraten aller Länder/Ländergruppen um ein Drittel ist die Wachstumsverringering in Prozentpunkten in den schnell wachsenden Volkswirtschaften größer als in den langsam wachsenden; d. h., die Wachstumsunterschiede, die im Referenzszenario für den Rückgang des deutschen Welthandelsanteil verantwortlich sind, werden geringer.

Nimmt man an, dass das Wachstum lediglich in den Industrieländern (EU28 und sonstige OECD-Länder) langsamer (um ein Drittel gegenüber dem Referenzszenario reduzierte Wachstumsrate) verläuft (Tabelle 13), verlangsamt sich das weltwirtschaftliche Wachstum gegenüber dem Referenzszenario von 3,1% auf 2,7% im Zeitraum 2010 bis 2020 und von 3,2% auf 2,9% im Zeitraum 2020 bis 2030.

Tabelle 13: Auswirkungen geringeren wirtschaftlichen Wachstums in Industrie- und Nicht-Industrielländern für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario

	2020	2030
a) Wachstumsraten für Industrieländer auf 2/3 reduziert		
Welt BIP in Prozent	-3,9%	-6,7%
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-27,6	-66,4
USB-Güter	-6,0	-14,4
ZT-Güter	-21,7	-52,1
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	-0,05	-0,13
USB-Güter	-0,04	-0,11
ZT-Güter	-0,05	-0,14
Elastizität*	1,06	1,13
b) Wachstumsrate für Nicht-Industrielländer auf 2/3 reduziert		
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-25,0	-78,1
USB-Güter	-5,4	-16,9
ZT-Güter	-19,6	-61,2
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	0,14	0,28
USB-Güter	0,11	0,22
ZT-Güter	0,15	0,31
Elastizität*	0,68	0,72

* Prozentuale Veränderung (Alternativ- gegenüber Referenzszenario) der Deutschen Exporte aller Güter zu prozentualer Veränderung (Alternativ- gegenüber Referenzszenario) des Welt-BIP.

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

Die deutschen Exporte gehen unter dieser Annahme gegenüber dem Referenzszenario im Jahr 2020 um 28 Mrd. US\$2010 (4,2%) und im Jahr 2030 um 66 Mrd. US\$2010 (7,6%) zurück. Wegen der hohen Lieferanteile Deutschlands in die Industrieländer ist der Rückgang der Exporte stärker als der des weltweiten BIP; die Elastizität beträgt bezogen auf 2020 1,06, bezogen auf 2030 1,13. Der prozentu-

ale Rückgang ist bei den USB-Gütern auch in diesem Fall geringer als bei den ZT-Gütern. Der Welt-handelsanteil Deutschlands geht in diesem Szenario 2030 gegenüber 2010 etwas stärker (1 Prozent-punkt) zurück als im Referenzfall (0,9 Prozentpunkte).

Wenn die Volkswirtschaften der EU- und OECD-Länder sowie der sonstigen Hocheinkommensländer wie im Referenzszenario wachsen, die Wachstumsraten der übrigen Länder (BRICS-Länder, Sonstige Next Eleven-Länder, Niedrigeinkommensländer) aber um ein Drittel niedriger ausfallen als im Referenzszenario, vermindert sich das weltwirtschaftliche Wachstum stärker und beträgt im Jahresdurchschnitt 2010 bis 2020 2,5%, 2020 bis 2030 2,4% (Tabelle 13b).

Die deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern gehen in diesem Szenario gegenüber dem Referenzszenario in 2020 um 25 Mrd. US\$₂₀₁₀ (3,8%), in 2030 um 78 Mrd. US\$₂₀₁₀ (8,9%) zurück; der Rückgang ist bei den ZT-Gütern (9,1%) stärker als bei den USB-Gütern (8,4%). Der Rückgang der Ex-porte von USB- und ZT-Gütern gegenüber dem Referenzszenario ist geringer als der Rückgang des weltweiten BIP, die Elastizität beträgt für 2020 0,68 und für 2030 0,72. Die Elastizitäten sind gerin-ger als im Szenario eines Wachstumsrückgangs nur in den Industrieländern, weil die Nicht-Industrie-länder eine geringere Bedeutung als Absatzmärkte für deutsche Ausfuhren von USB- und ZT-Gütern haben.

Geringere Wachstumsraten in den Industrie- oder in den Nicht-Industrieländern wirken sich sehr un-terschiedlich auf die deutschen Exporte in den einzelnen Gütergruppen aus (Tabelle 14). Bei einem geringeren Wachstum in den Industrieländern wie oben beschrieben gehen im Bereich der USB-Güter die Exporte von Gütern zur rationellen Energieverwendung am stärksten zurück (2030 um 9,3%), ge-folgt von Gütern zur Nutzung erneuerbarer Energien (8,3%), am geringsten ist der Rückgang bei Gü-tern zur Luftreinhaltung (4,6%). Bei den ZT-Gütern gehen die Exporte von Gütern für nachhaltigere Mobilität und für nachhaltige Wasserwirtschaft am stärksten zurück (2030 um 7,9% bzw. 7,8%), die für Energieeffizienz am wenigsten (6,7%). Bei einem geringeren Wachstum in den Nicht-Industrie-ländern sind es unter den USB-Gütern die für die rationelle Energieumwandlung, bei denen die Ex-porte am stärksten zurückgehen (2030 um 12,9%), daneben die für die Abfallwirtschaft (11%). Den geringsten Rückgang verzeichnen die Exporte von Gütern zur rationellen Energieverwendung (4,3%). Bei den ZT-Gütern gehen die Exporte von Gütern zur Steigerung der Energieeffizienz am stärksten zurück (2030 um 12%), die von Gütern zur Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz am wenigsten (7,7%).

Tabelle 14: Auswirkungen geringeren Wachstums in Industrie- und Nicht-Industrieländern für deutsche Exporte von USB- und ZT-Gütern nach Gütergruppen, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario in %

	2020	2030
a) Wachstumsraten für Industrieländer auf 2/3 reduziert		
Abfallwirtschaft	-3,8	-6,9
Abwasserwirtschaft	-4,3	-7,9
Luftreinhaltung	-2,5	-4,6
Lärmbekämpfung	-4,4	-8,1
Erneuerbare Energien	-4,4	-8,3
Rationelle Energieverwendung	-4,8	-9,3
Rationelle Energieumwandlung	-2,9	-5,0

	2020	2030
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	-4,0	-7,1
Sonstige	-4,5	-9,1
USB-Güter zusammen	-3,9	-7,2
Nachhaltige Wasserwirtschaft	-4,3	-7,8
Umweltfreundliche Energieerzeugung und -speicherung	-3,8	-6,9
Energieeffizienz	-3,8	-6,7
Rohstoff- und Materialeffizienz	-4,0	-7,5
Nachhaltigere Mobilität	-4,4	-7,9
ZT-Güter zusammen	-4,2	-7,7
USB- und ZT-Güter zusammen	-4,2	-7,6
b) Wachstumsrate für Nicht-Industrieländer auf 2/3 reduziert		
Abfallwirtschaft	-4,7	-11,0
Abwasserwirtschaft	-3,3	-7,9
Luftreinhaltung	-2,2	-5,4
Lärmbekämpfung	-3,1	-7,5
Erneuerbare Energien	-2,5	-6,2
Rationelle Energieverwendung	-1,7	-4,3
Rationelle Energieumwandlung	-5,8	-12,9
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	-4,4	-10,2
Sonstige	-1,2	-3,3
USB-Güter zusammen	-3,5	-8,4
Nachhaltige Wasserwirtschaft	-3,4	-8,3
Umweltfreundliche Energieerzeugung und -speicherung	-4,3	-10,0
Energieeffizienz	-5,2	-12,0
Rohstoff- und Materialeffizienz	-3,1	-7,7
Nachhaltigere Mobilität	-3,6	-8,6
ZT-Güter zusammen	-3,8	-9,1
USB- und ZT-Güter zusammen	-3,8	-8,9

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

3.5.2 Verringerte Importanteile

Für die zukünftigen deutschen Exporte von USB- und ZT-Gütern ist neben der Wettbewerbsfähigkeit der Anbieter die Entwicklung des internationalen Handels mit diesen Gütern entscheidend. Sie hängt nicht nur vom weltwirtschaftlichen Wachstum ab (Abschnitt 3.5.1), sondern auch davon, in welchem Maße andere Länder den Übergang zu einer Green Economy forcieren und zu welchem Anteil sie ihren aus diesem Prozess resultierenden Bedarf an USB- und ZT-Gütern im Ausland decken. Diese beiden Faktoren sind im Welthandelsmodell in den Importanteilen zusammengefasst, den gütergruppenspezifischen Anteilen der Importe von USB- und ZT-Gütern eines Landes oder einer Ländergruppe an seinem/ihrem BIP.

Für das Referenzszenario ist angenommen worden, dass die für das Jahr 2012 ermittelten güter- und länderspezifischen Importanteile in Zukunft unverändert bleiben; aufgrund von Struktureffekten sinkt dann der zusammengefasste Importanteil für alle Güter und alle Länder geringfügig. Würden alle güter- und länderspezifischen Importquoten in Zukunft um ein Drittel zurückgehen (Tabelle 15), wäre der zusammengefasste Importanteil in 2030 um 1,8 Prozentpunkte geringer als im Referenzszenario (3,6% statt 5,4%). Die deutschen Exporte sowohl von USB- als auch von ZT-Gütern würden – da unveränderte Welthandelsanteile Deutschlands unterstellt sind – gegenüber dem Referenzszenario im Umfang des angenommenen Rückgangs der weltweiten Nachfrage um ein Drittel sinken. Im Jahr 2030 macht das rund 290 Mrd. US\$2010 aus, davon entfallen 67 Mrd. US\$2010 auf USB- und 225 Mrd. US\$2010 auf ZT-Güter.

Tabelle 15: Auswirkungen geringerer weltweiter Importquoten für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario

	2020	2030
Importanteil für alle Güter und alle Länder/Ländergruppen auf 2/3 reduziert		
Welthandel am Welt-BIP in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	-1,8	-1,8
USB-Güter	-0,4	-0,4
ZT-Güter	-1,4	-1,4
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-221,3	-292,2
USB-Güter	-51,0	-66,9
ZT-Güter	-170,4	-225,3
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	0,00	0,00
USB-Güter	0,00	0,00
ZT-Güter	0,00	0,00

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

Nimmt man an, dass es zu einem Rückgang der Nachfrage nach Importen von USB- und ZT-Gütern nur in den Industrieländern kommt (Tabelle 16), so dass die Importanteile der Industrieländer (EU28

und Sonstige OECD-Länder) in Zukunft um ein Drittel niedriger ausfallen, sind die deutschen Exporte dieser Güter in 2030 um knapp 22% niedriger; bei USB-Gütern etwas weniger, bei ZT-Gütern etwas mehr. Der deutsche Welthandelsanteil ist in 2030 um etwa einen halben Prozentpunkt niedriger als im Referenzszenario, weil der Schwerpunkt der deutschen Exporte auf Lieferungen in die Industrieländer liegt.

Tabelle 16: Auswirkungen geringerer Importquoten in Industrie- und Nicht-Industrieländern für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario

	2020	2030
a) Importanteil für Industrieländer für alle Güter auf 2/3 reduziert		
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-158,6	-191,0
USB-Güter	-34,7	-41,7
ZT-Güter	-123,8	-149,3
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	-0,63	-0,60
USB-Güter	-0,56	-0,52
ZT-Güter	-0,64	-0,62
b) Importanteil für Nicht-Industrieländer für alle Güter auf 2/3 reduziert		
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-51,9	-88,1
USB-Güter	-11,0	-18,9
ZT-Güter	-41,0	-69,2
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	0,48	0,49
USB-Güter	0,63	0,61
ZT-Güter	0,43	0,46

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.

Würden die Importanteile nur der Nicht-Industrieländer (BRICS-Länder, Sonstige Next Eleven-Länder, Niedrigeinkommensländer) um ein Drittel zurückgehen, wären die Konsequenzen für die deutschen Exporteure bei den gegenwärtigen Handelsstrukturen weniger gravierend (Tabelle 16b). Die Exporte sind in 2030 um 10% niedriger als im Referenzszenario, die prozentuale Differenz ist auch in diesem Fall bei USB-Gütern etwas niedriger als bei ZT-Gütern (wobei letztere allerdings mengenmäßig deutlich stärker ins Gewicht fallen). Der zusammengefasste deutsche Welthandelsanteil ist in 2030 um einen halben Prozentpunkt höher, weil der Hauptteil der deutschen Lieferungen in die Industrieländer vom niedrigeren Welthandel annahmegemäß nicht betroffen wäre.

ZT-Güter bilden ein wesentlich breiteres Spektrum von Produkten ab als USB-Güter und haben deswegen bei den deutschen Exporten auch ein wesentlich höheres Gewicht. Aus diesem Grunde wirkt sich eine niedrigere weltweite Nachfrage für die deutschen Exporte unterschiedlich aus, je nachdem welche Güter betroffen sind. Nimmt man an, dass die Importanteile aller Länder in der Zukunft nur für USB-Güter um ein Drittel niedriger sind als im Referenzszenario (Tabelle 17), während sie für ZT-Güter unverändert bleiben, machen in 2030 die Mindereexporte bei USB- und ZT-Gütern zusammen 7,6% aus. Entsprechend geringere Importanteile bei ZT-Gütern führen bei unveränderten Importanteilen für USB-Gütern in 2030 zu Mindereexporten gegenüber dem Referenzszenario um rund 26% (Tabelle 17b).

Tabelle 17: Auswirkungen geringerer weltweiter Importquoten für USB- und ZT-Güter, Differenzen zwischen Alternativ- und Referenzszenario

	2020	2030
a) Importanteil für USB-Güter und alle Länder/Ländergruppen auf 2/3 reduziert		
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-51,0	-66,9
USB-Güter	-51,0	-66,9
ZT-Güter	0,0	0,0
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	0,05	0,04
USB-Güter	0,00	0,00
ZT-Güter	0,00	0,00
b) Importanteil für ZT-Güter und alle Länder/Ländergruppen auf 2/3 reduziert		
Deutsche Exporte in Mrd. US\$2010		
USB- und ZT-Güter	-170,4	-225,3
USB-Güter	0,0	0,0
ZT-Güter	-170,4	-225,3
Deutscher Welthandelsanteil in Prozentpunkten		
USB- und ZT-Güter	-0,06	-0,05
USB-Güter	0,00	0,00
ZT-Güter	0,00	0,00

Quelle: COMTRADE, eigene Berechnungen.

3.6 Übergang zu einer Green Economy und Exporterfolge

In der vorliegenden Untersuchung wird der Zusammenhang zwischen Maßnahmen und Instrumenten, die in Deutschland einen Übergang zu einer Green Economy befördern, und deutschen Exporterfolgen nicht empirisch-quantitativ bestimmt.⁹ Stattdessen wird von der – durch zahlreiche theoretische und empirische Untersuchungen gestützten - Hypothese ausgegangen, dass es bei dieser Transformation zu zusätzlichen Exporterfolgen kommt. Aufgrund der tiefen Detaillierung des Welthandelsmodells lassen sich dafür plausible Größenordnungen angeben.

Eine striktere Umweltregulierung kann positive Auswirkungen auf Innovationen und Produktivität haben und auf diese Weise die internationale Wettbewerbsfähigkeit verbessern. Nach der Porter-Hypothese (Porter 1990; Porter, van der Linde 1995) schafft eine strikte Umweltregulierung Anreize auch für Unternehmen außerhalb der Umweltschutzindustrie, bisher ungenutzte Innovationsmöglichkeiten zu realisieren.¹⁰ Die Vermeidungskosten werden so durch Kosteneinsparungen teilweise oder ganz aufgehoben oder sogar überkompensiert. Außer durch Innovation-Offsets, auf die die Porter-Hypothese abstellt, kann eine verbesserte Wettbewerbsposition der von der Umweltregulierung betroffenen Unternehmen auch durch Reaktionen im strategischen Wettbewerb erklärt werden (Blazejczak, Edler 2004). Innovationswirkungen strikter Umweltregulierung wurden vielfach nachgewiesen (z.B. Arimura et al. 2008; Popp 2006). Studien, die die Umweltfreundlichkeit einzelner Unternehmen mit ihrem Geschäftserfolg in Verbindung setzen, deuten insgesamt auf einen wenn auch eher bescheidenen positiven Zusammenhang hin oder weisen doch mindestens einen negativen Zusammenhang zurück (Margolis, Walsh 2003; Orlitzky et al. 2003). Im internationalen Vergleich zeigt sich, dass eine Verschärfung umweltpolitischer Regulierung mit hohem Produktivitätswachstum vereinbar ist (Kozluk, Zipperer 2014).

Darüber hinaus schafft eine Transformation der Wirtschaft in Richtung auf eine Green Economy Wettbewerbsvorteile auf internationalen Märkten für Unternehmen, die die dazu geeigneten Technologien anbieten. Theoretisch lässt sich das mit dem „home market effect“ begründen (Krugman 1980). Im Fall differenzierter Produkte und monopolistischen Wettbewerbs werden ähnliche Produkte aus- und eingeführt, Länder mit großem heimischen Markt werden im Zusammenspiel mit Skalen- und Lerneffekten zu Nettoexporteuren. Wenn wie im Fall von Umweltschutzgütern die Marktgröße durch Regulierung bestimmt ist, ergibt sich ein positiver Zusammenhang zwischen Stringenz der Regulierung und Exporterfolgen. Länder, die im Inland frühzeitig günstige Bedingungen für neue Märkte – Lead Märkte - schaffen, können also heimischen Unternehmen Vorteile auf internationalen Märkten verschaffen. Die Voraussetzungen dafür werden als Lead-Markt-Faktoren diskutiert (Meyer-Krahmer 2004; Beise 2004; EC 2007). Belege dafür, dass eine Vorreiterrolle bei Maßnahmen zur Förderung erneuerbarer Energien zu Handelsvorteilen bei Solar-Energieausrüstungen führt, findet etwa Groba (2011). Jüngst ist die These eines positiven Zusammenhangs zwischen Umweltregulierung und Exporterfolgen mit Umweltschutzgütern in Ländervergleichsstudien der OECD mit Hilfe eines Indikators für die Stringenz der Umweltpolitik bestätigt worden (Sauvage 2014).

⁹ Siehe dazu Sauvage 2014.

¹⁰ Zu den Gründen, aus denen Unternehmen gewinnträchtige Innovationsmöglichkeiten systematisch übersehen können, gehören asymmetrische Information zu Lasten der Käufer, Wissens-Spillovers, beschränkte Rationalität und lokale Suche sowie Manager-Eigentümer Konflikte. Siehe z.B. Holmström, Tirole 1987, die ein solches Ergebnis als second-best-Ergebnis in einem Prinzipal-Agenten-Modell zeigen.

3.7 Zusätzliche Exporte in den Exportszenarien

Für alle betrachteten Gütergruppen gilt: Selbst wenn Deutschland bei allen einzelnen Ländern bzw. Ländergruppen seinen Welthandelsanteil halten kann, sinkt der Gesamtanteil der deutschen Lieferungen in alle Länder (der deutsche Welthandelsanteil). Das liegt daran, dass der deutsche Lieferanteil in den Ländern, die in Zukunft besonders schnell wachsen, niedriger ist als in den weniger schnell wachsenden Ländern. Technisch gesprochen stellt der Welthandelsanteil Deutschlands einen gewichteten Durchschnitt der Lieferanteile in einzelne Länder/Ländergruppen dar; das Gewichtungsschema sind die BIP-Werte der Länder/Ländergruppen; in der Zukunft ändert sich das Gewichtungsschema so, dass niedrige Lieferanteile (z.B. in Schwellenländer) mit größerem und höhere Lieferanteile (z.B. in EU-Länder) mit geringerem Gewicht in den Durchschnitt eingehen.

Eine forcierte Umweltpolitik lässt zusätzliche Exportchancen bei umweltschutzbezogenen (USB) und Zukunftstechnologie- (ZT) Gütern erwarten. Um die Wirkungen dieses Effektes aufzuzeigen, sind mit Hilfe des Welthandelsmodells Exportszenarien entwickelt worden. Diese Szenarien haben nur illustrativen Charakter: Die Zusammenhänge zwischen Instrumenten oder Maßnahmen und zusätzlichen Exporten sind nicht quantitativ bestimmt worden, sondern werden per Annahmen gesetzt.

Zunächst ist für die in Kapitel 5 und 6 beschriebenen Szenarien festgelegt worden, bei welchen Gruppen von USB- und ZT-Gütern eine Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und damit zusätzliche Exporte zu erwarten sind. Dabei wurde in den Szenarien „Wege in eine effizientere Welt“ und „Nachhaltigere Mobilität“ nach Instrumenten/Maßnahmen differenziert.

Tabelle 18: Zuordnungsmatrix zwischen Exportgütergruppen und Green Economy Maßnahmen

	USB Güter				ZT Güter					
	Lärmbe- kämp- fung	EE	Rationelle Energie- verwen- dung	um- wand- lung	Mess-, Steuer- Regel- technik	Wasser- wirtschaft	Ener- gieer- zeu- gung	Energie- effizienz	Rohstoff-/ Materialef- fizienz	Mobilität
Wege in eine effizientere Welt										
Wohngebäudesanierung			x		x			x		
Energieeffiziente Industrie			x		x			x		
Rohstoffeffizienz					x				x	
Effizientere Fahrzeuge	x				x					x
Nachhaltigere Mobilität										
E-Mobilität		x			x			x	x	x
Mehrwertsteuersätze										
Lkw-Maut										
Effizientere Fahrzeuge	x				x					x

Quelle: Eigene Zusammenstellung des DIW.

Auf dieser Grundlage wurden die deutschen Lieferanteile an den Importen anderer Länder bzw. Ländergruppen erhöht:

- ▶ Für das Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ wurde angenommen, dass der deutsche Welthandelsanteil bei den Gütergruppen, die von den Maßnahmen etwas weniger stark betroffen sind (Lärmbekämpfung, Rohstoff-/Materialeffizienz, Mobilität), gegenüber dem Wert von 2012 unverändert bleibt. Bei den Gütergruppen, die stärker betroffen sind (rationelle Energieverwendung, Energieeffizienz), steigt der Welthandelsanteil etwas an (um etwa einen halben Prozentpunkt). Bei der besonders stark betroffenen Gütergruppe Mess-, Steuer-, Regeltechnik wird ein deutlicher Anstieg angenommen (um gut 1 Prozentpunkt). Die Lieferanteile in die einzelnen Länder/Ländergruppen wurden entsprechend nach Gütergruppen unterschiedlich stark erhöht und zwar in 2030 stärker als in 2020, wobei für Länder mit heute geringem deutschem Lieferanteil eine stärkere Erhöhung angenommen wurde.
- ▶ Im Szenario „Nachhaltigere Mobilität“ wurde analog zum Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ vorgegangen. Weniger stark betroffene Gütergruppen sind hier Lärmbekämpfung, Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Rohstoff-/Materialeffizienz, stärker betroffen sind Mess-, Steuer-Regeltechnik und Mobilität.

Tabelle 19 zeigt die Annahmen und Ergebnisse für die Szenarien, Tabelle 20 fasst die resultierenden zusätzlichen Exporte zusammen.

Tabelle 19: Veränderung der Welthandelsanteile und zusätzliche Exporte in den Szenarien Simulationsrechnungen mit dem Welthandelsmodell
Differenzen zwischen Politik- und Referenzszenario

	Welthandelsanteil Prozentpunkte		Deutsche Exporte Mrd. US\$2010	
	2020	2030	2020	2030
a) Effizientere Welt				
Lärmbekämpfung	0,54	0,92	0,2	0,5
Rationelle Energieverwendung	1,48	2,26	1,8	3,9
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	1,58	1,69	2,8	4,0
Zusammen			4,8	8,4
Energieeffizienz	0,66	0,80	3,6	5,9
Rohstoff-, Materialeffizienz	0,77	1,42	4,5	12,1
Nachhaltigere Mobilität	0,30	0,38	6,5	10,6
Zusammen			14,6	28,6
Insgesamt			19,4	37,0
b) Nachhaltigere Mobilität				
Lärmbekämpfung	0,54	0,92	0,2	0,5
Erneuerbare Energien	0,79	1,36	1,5	3,5
Mess-, Steuer-, Regeltechnik	0,90	0,98	1,6	2,3
Zusammen			3,3	6,3
Energieeffizienz	0,11	0,01	0,6	0,1
Rohstoff-, Materialeffizienz	0,77	1,42	4,5	12,1
Nachhaltigere Mobilität	0,74	0,84	15,8	23,6
Zusammen			20,9	35,7
Insgesamt			24,2	42,1

Quelle: Szenariorechnungen mit dem Welthandelsmodell; DIW Berlin.

Tabelle 20: Zusätzliche Exporte in den Politikscenarien gegenüber dem Referenzszenario in Mrd. US\$2010

Szenario	2020	2030
Effizientere Welt	19,4	37,0
Nachhaltigere Mobilität	24,2	42,1

Quelle: Szenariorechnungen mit dem Welthandelsmodell; DIW Berlin.

4 Modellgestützte Szenarienvergleiche und die Berechnung der Nettobeschäftigung

Die Begrifflichkeit der „Nettobeschäftigung“ wurde im Zuge der Auseinandersetzung mit ökonomischen Effekten des Ausbaus erneuerbarer Energien entwickelt. Wie in Kapitel 2 beschrieben, wird der Ausbau erneuerbarer Energien hinsichtlich seiner Wirkungen auf den Arbeitsmarkt untersucht und in einem Monitoringprozess seit 2004 begleitet (Staiß et al. 2006, Lehr et al. 2011a, 2015). Dabei wurde zunächst die junge, sich neu entwickelnde Branche der Hersteller und Betreiber von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien untersucht, ihre veränderte Vorleistungsstruktur und die Beschäftigung in den beteiligten Wirtschaftszweigen. Allerdings wiesen Kritiker bald darauf hin, dass den Wirkungen des Jobmotors erneuerbarer Energien auf einige Wirtschaftsbereiche die Wirkungen des Jobkillers in anderen Wirtschaftsbereichen entgegenstehen können. Die Forderung nach der Zusammenschau dieser Wirkungen führte zur Einführung des Begriffs „Nettobeschäftigung“.

Allein durch die Gegenüberstellung positiver, wie dem Anstieg von Beschäftigung durch zusätzliche Investitionen in erneuerbare Energien, und negativer Wirkungen, wie steigenden Preisen durch die EEG-Umlage, lässt sich jedoch keine Nettobeschäftigung berechnen. Die tatsächlich spannende Frage nach der zusätzlichen Beschäftigung durch den Ausbau erneuerbarer Energien erfordert den Vergleich mit einem Szenario, in dem dieser Ausbau unterbleibt. Ein vollständiges kontrafaktisches Szenario zum Ausbau erneuerbarer Energien zielt dabei auf die Deckung desselben Energiebedarfs mit rein fossilen Mitteln. Den Investitionen in EE-Anlagen im EE-Szenario stehen daher Investitionen in fossile Anlagen im kontrafaktischen Szenario gegenüber.

Aus dem Vergleich ökonomischer Indikatoren wie BIP oder Beschäftigung in diesen beiden Szenarien miteinander lässt sich daher die Vorteilhaftigkeit eines Szenarios ableiten. Für die Ermittlung gesamtwirtschaftlicher Effekte des Klimaschutzes oder der Energiewende finden sich solche Analysen in der Literatur (vgl. GWS, EWI & Prognos 2014, Öko-Institut et al. 2015).

Für den Übergang zur Green Economy wird im Folgenden eine ähnliche Vorgehensweise vorgeschlagen. Gegenüber dem heutigen Stand werden auch hier zusätzliche Anstrengungen in der Zukunft notwendig sein. Daher bilden wir eine Entwicklung ohne zusätzliche Anstrengungen in einem Referenzszenario ab und untersuchen die Nettobeschäftigung einer einzelnen Maßnahme oder eines Maßnahmenbündels im Vergleich zu dieser Referenz. Für die Referenz (siehe nächster Abschnitt) greifen wir soweit wie möglich auf bestehende Arbeiten zurück und ergänzen diese durch aktuelle Entwicklungen bis 2015.

4.1 Das Referenzszenario

Das Referenzszenario für die vorliegende Untersuchung entspricht weitestgehend der Energiereferenzprognose (Prognos, EWI, GWS 2014). Die Energiereferenzprognose wird regelmäßig im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Energie erstellt und beschreibt die „aus Sicht der Autoren wahrscheinliche zukünftige energiewirtschaftliche Entwicklung“ (ebda. S.1). Mit Stand September 2015 sind die Energiereferenzprognose, das „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ aus dem Bericht zum „Klimaschutzszenario 2050, 1. Modellierungsrunde“ (Öko Institut et al. 2014) und der Projektionsbericht der Bundesregierung 2015 (Bundesregierung 2015) die aktuellen Beschreibungen einer zukünftigen Entwicklung des Energiesystems. Die Szenarien in diesen drei Untersuchungen sind in ihren wesentlichen Aussagen ähnlich: Die Ziele des Energiekonzepts¹¹ werden ohne zusätzliche Anstrengungen nicht erreicht. Bezüglich des Endenergieverbrauchs sind die Ergebnisse von Öko Institut et

¹¹ <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Energiekonzept/0-Buehne/ma%C3%9Fnahmen-im-ueberblick.html?nn=392516#doc133618bodyText1>

al. (2014) ähnlich der Energiereferenzprognose, allerdings ist diese etwas optimistischer bezüglich der Effizienz der Stromerzeugung und somit bezüglich des Primärenergieverbrauchs.

Tabelle 21: Übersicht über die Ziele des Energiekonzepts und die entsprechenden Werte der Referenzprognose (Referenzszenario) und im AMS (Öko-Institut & Fh-ISI 2015) sowie für die Emissionen die Werte des Mit-Maßnahmen-Szenarios des Projektionsberichts

Ziel für.... im Jahr.....	2020	2050
Treibhausgasemission gegenüber 1990	-40%	-80% bis -95%
Referenzprognose	-36%	-65%
Klimaschutzszenarien	-35%	-56%
Projektionsbericht	-33%	-
Primärenergieverbrauch	-20%	-50%
Referenzprognose	-18%	-42%
Klimaschutzszenarien	-10%	-29%
Energieproduktivität	2,1%	2,1%
Referenzprognose	1,9%	1,9%
Klimaschutzszenarien	1,2%	1,4%
Bruttostromverbrauch	-10%	-25%
Referenzprognose	-7%	-10%
Klimaschutzszenarien	-2%	-9%
KWK -Anteil Stromerzeugung	25%	
Referenzprognose	16%	
Klimaschutzszenarien	15,5%	
EE-Anteil Bruttostromverbrauch	mind. 35%	mind. 80%
Referenzprognose	41%	64%
Klimaschutzszenarien	37%	65%
EE-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	18%	60%
Referenzprognose	22%	39%
Klimaschutzszenarien	18%	35%

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Die einzige Zielerreichung findet im Bereich des EE-Anteils am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2020 statt, aber selbst dort werden die Ziele bis 2050 verfehlt. Neben den Zielverfehlungen im Ener-

gie- und Klimabereich landet die Referenz beim Anteil ökologischen Landbaus im Jahr 2030 beispielsweise bei ca. 10% statt 20% Flächenanteil. Einige Entwicklungen, die in der Referenz enthalten sind, sind in der Vergangenheit durch politische Maßnahmen und Instrumente angereizt worden. So hätte der Ausbau erneuerbarer Energien nicht so schnell an Fahrt gewonnen ohne das EEG oder seinen Vorgänger, das Stromeinspeisungsgesetz. Andere Entwicklungen stellen eine Kombination aus autonomen oder marktgetriebenen Verbesserungen und Reaktionen auf Anreize dar, wie oftmals im Effizienzbereich zu beobachten ist. Auch in der Zukunft rechnet das Referenzszenario mit autonomen Fortschritten auf dem Weg zur Green Economy und mit Verbesserungen, die sich auf beschlossene politische Instrumente, veränderte Rahmenbedingungen oder bestehende Maßnahmen zurückführen lassen.

4.2 Zum Begriff der Kosten des Nicht-Handelns

Spätestens seit dem Stern Report ist der Begriff der Kosten des Nicht-Handelns in der Diskussion um Klimaschutzmaßnahmen etabliert. Die grundlegende Idee dabei besagt, dass es mittel- und langfristig ökonomisch vorteilhaft ist, in Klimaschutzmaßnahmen zu investieren und die zukünftigen Schäden die heutigen Mehrkosten mehr als rechtfertigen. Die OECD hat 2012 ihren Umweltausblick bis 2050 mit dem Untertitel „The Consequences of Inaction“ versehen (OECD 2012). Sie weist dringend im Bericht darauf hin, dass die Kosten des Nichthandelns die Kosten des Handelns übersteigen. Für den Klimawandel verweist die OECD wieder auf den Stern-Report (2006) „The cost of reaching the 2°C goal would slow global GDP growth from 3.5 to 3.3% per year (or by 0.2 percentage-points) on average, costing roughly 5.5% of global GDP in 2050. This cost should be compared with the potential cost of inaction, which could be as high as 14% of average world consumption per capita according to some estimates.“ Auch der Verlust der Biodiversität lässt sich mit erheblichen Kosten bzw. Schäden beziffern. Die OECD führt hierzu aus, dass in Kanada Schäden in Höhe von \$235 Millionen durch Überfischung entstanden. Durch invasive Arten werden in den USA Schäden in Höhe von \$120 Milliarden jedes Jahr verursacht, global addieren sich diese Schäden auf \$1,4 Milliarden. Die Hauptlast der schwindenden Biodiversität tragen die Entwicklungsländer, da das Naturkapital einen wesentlich höheren Anteil ihres Reichtums ausmacht (26%) als bei den OECD Ländern, wie die Weltbank 2006 feststellte.

Zur Berechnung der Kosten des Nichthandelns werden in diesen Beispielen die zu erwartenden Schäden quantifiziert, die durch Handeln vermeidbar sind. Unter der Annahme, dass das 2°C-Ziel nicht erreicht wird, ergeben sich noch größere Schäden an der Natur und an den Wirtschaftsgütern.

Doch nicht nur die auftretenden Schäden lassen sich als Kosten des Nichthandelns interpretieren, sondern auch nicht stattfindende Gewinne, die im Falle des Handelns angefallen wären. Arbeitsplätze, das Entstehen neuer Industriezweige oder innovativer Produkte sind hier hinzuzurechnen. Zur Abbildung der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Ausbaus erneuerbarer Energien, der nationalen Klimaschutzinitiative, der Energiewende und von Klimaschutz- und Politikenszenarien werden kontrafaktische Szenarien herangezogen, die gerade einen geringeren oder keinen Ausbau erneuerbarer Energien, einen geringen oder keinen Klimaschutz etc. aufweisen. Wenn die Szenarien mit den politischen Maßnahmen sich als vorteilhafter gegenüber den Szenarien ohne die Maßnahmen erweisen, heißt dies im Umkehrschluss, dass das Nicht-Handeln mit gesamtwirtschaftlichen Kosten verbunden ist.

Nichthandeln ist in den verschiedenen Themenfeldern der Green Economy ganz unterschiedlich definierbar. Der Ausbau erneuerbarer Energien zum Beispiel lässt sich zu einem hohen Anteil der politischen Unterstützung zuschreiben, sei es dem Stromeinspeisungsgesetz und dem EEG im Strombereich oder den verschiedenen Förderprogrammen der KfW im Wärmebereich.

Die Definition eines kontrafaktischen Szenarios, d. h. eines Szenarios, das in Vergangenheit und Zukunft eine andere Entwicklung als die beobachtbare unterstellt, ist allerdings fast mit größeren Herausforderungen verbunden als die Fortschreibung bestehender oder geplanter Regelungen, denn es muss die Frage beantwortet werden, wie sich die Welt beispielsweise ohne die Förderung erneuerbarer Energien entwickelt hätte. Die wichtigsten kontrafaktischen Szenarien der letzten Jahre aus den Untersuchungen zur deutschen Klima- und Energiepolitik sind die NULL-Szenarien zum EE-Ausbau (zuletzt in Lehr et al. 2015), das „Ohne-Maßnahmen-Szenario“ aus den Politikszenarios für den Klimaschutz (Lehr, Lutz, & Ulrich, 2013) und die „Frozen Efficiency“-Szenarien von ifeu, Fh-ISI, Prognos, GWS et al. 2011.

Letztere finden ein deutlich niedrigeres BIP um fast einen Prozentpunkt im kontrafaktischen Szenario. Zu ähnlichen Resultaten kommen Lehr et al. 2015 und Lehr et al. 2012. Diese Abweichungen lassen sich als die Kosten des Nicht-Handelns interpretieren.

4.3 Die Themenfelder und die Modellierung

Nachfolgend werden Simulationen von Maßnahmen und ihren Wirkungen für drei Themenfelder durchgeführt. In allen Themenfeldern wird eine Kombination aus Verschärfungen bestehender Instrumente mit neuen Zielen, für die zum Teil noch keine Instrumente ausformuliert sind, verfolgt. Dabei wird der Erkenntnis Rechnung getragen, dass die derzeit in Kraft befindlichen Instrumente einen großen Einfluss auf die Transformation zur Green Economy haben und haben werden, aber letztlich die derzeit gesetzten Ziele nicht erreichen und auf jeden Fall gestärkt werden müssen. Darüber hinaus werden Bereiche der Green Economy in den Themenfeldern gestärkt, die in der gegenwärtigen, stark vom Energiesystem geprägten Diskussion vernachlässigt werden, wie die Materialeffizienz, der Flächenverbrauch, der ökologische Landbau oder der Lärm im Verkehrsbereich.

Tabelle 22: Übersicht über die Szenarienannahmen zu einzelnen Themenfeldern und -clustern

Themenfeld	Elemente des Szenarios	Exporte
Referenzszenario	AMS beziehungsweise ERP-REF	Keine gesonderten Annahmen
Wege in eine effizientere Welt	<p>Basis: Referenzszenario</p> <p>Gebäudeeffizienz +1 Mrd.Euro/a bis 2020 +2 Mrd.Euro/a bis 2030</p> <p>Industrie Querschnittstechnologien Investitionen im Durchschnitt 1 Mrd.Euro/a bis 2020 130 PJ Einsparung Energieberater</p> <p>Material Baumineralienabgabe bis auf 4,8 Euro/t (2020) Verwendung: Förderung Res- sourceneffizienz, Beratung Stromsparmcheck fortgesetzt Zukunftsinvestitionsgesetz fortgesetzt</p>	<p>Deutscher Welthandelsanteil bei Lärmbekämpfung, Rohstoff-/Materialeffizienz, Mobilität bleibt gegenüber dem Wert von 2012 unverändert.</p> <p>Bei rationeller Energieverwendung und Energieeffizienz steigt der Welthandelsanteil um etwa einen halben Prozentpunkt an. Bei der besonders stark betroffenen Gütergruppe Mess-, Steuer-, Regeltechnik wird ein deutlicher Anstieg angenommen (um gut 1 Prozentpunkt).</p> <p>Details siehe Kapitel 3</p>
Nachhaltigere Mobilität	<p>Basis: Referenzszenario</p> <p>Verbrauch Straßenverkehr Neuwagen: 3 l/100km Benzin und 2,7 l/100km Diesel</p> <p>Mehr elektrische Antriebe: bis 2030 auf über 21%.</p> <p>Reduktion von Lärmbelastung im Schienenverkehr (Weiterentwicklung des LaTPS)</p> <p>Erhöhung der Lkw-Maut (33 ct/km im Jahr 2030)</p> <p>Verbesserung der Radinfrastruktur</p>	<p>Im Szenario „Nachhaltigere Mobilität“ wurde analog zum Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ vorgegangen. Weniger stark betroffene Gütergruppen sind hier Lärmbekämpfung, Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Rohstoff-/Materialeffizienz, stärker betroffen sind Mess-, Steuer-Regeltechnik und Mobilität.</p> <p>Details siehe Kapitel 3</p>

Themenfeld	Elemente des Szenarios	Exporte
Ökologische Landwirtschaft und sparsamer Umgang mit Fläche	Basis: Referenzszenario	
	Erhöhung des Flächenanteils der ökologischen Landwirtschaft um 10%-Punkte bis 2030 Sektor Landwirtschaft: Produktionswert - 1,7% Arbeitsleistung + 0,2% Subventionen +2,8% Verschiebung der Vorleistungsbezüge	Keine zusätzlichen Exporte
	Einführung einer Neubesiedlungsabgabe: linearer Anstieg der Abgabe von 1 Euro je Quadratmeter in 2010 auf 20 Euro je Quadratmeter in 2030 (Gebäude- und Freifläche)	Keine zusätzlichen Exporte

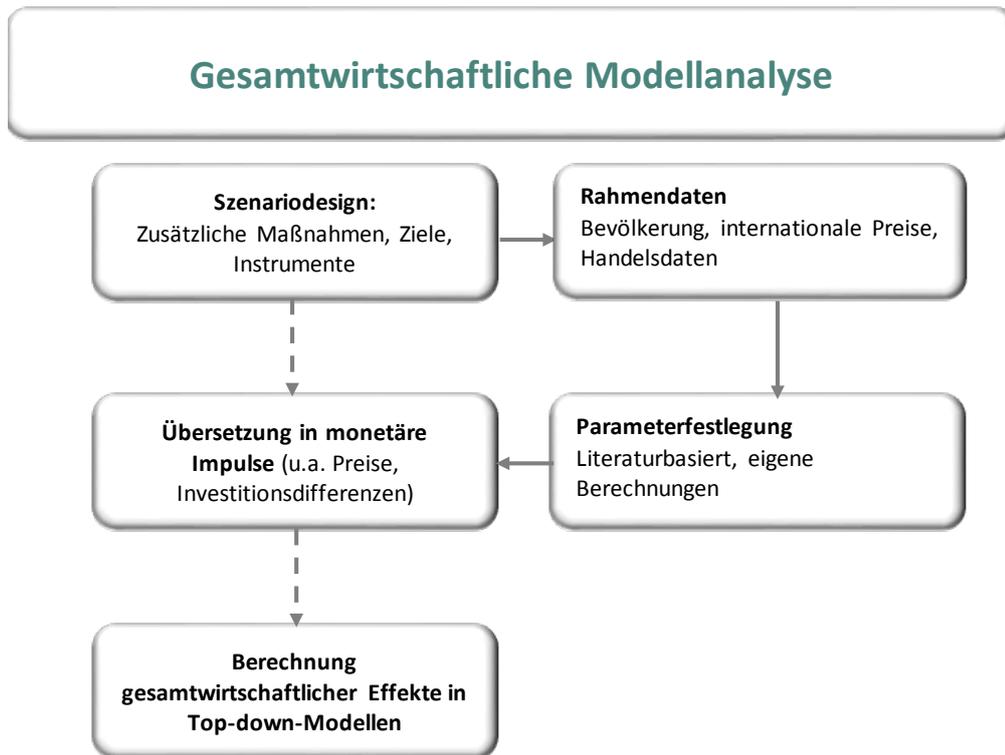
Quelle: Eigene Zusammenstellung

Das erste Themenfeld trägt den Titel „Wege in eine effizientere Welt“ und stellt bewusst neben die Energieeinsparung (Wohngebäudesanierung, Energieeffizienz Industrie, Stromeffizienz privater Haushalte, Energieeffizienz öffentlicher Haushalte) die Ressourcenschonung und Materialeffizienz (Baustoffe, erhöhte Materialeffizienz Industrie). Im Themenfeld Verkehr werden Maßnahmen vorgeschlagen, die den Verkehr effizienter und leiser machen sowie den Anteil der Elektromobilität erhöhen, allerdings aus vielerlei Gründen noch erheblich hinter einer vorstellbaren nachhaltigen Mobilität zurückbleiben (mehr dazu in Kapitel 6). Im Themenfeld Boden wird zum einen die Flächennutzung an sich angesprochen, zum anderen die Verwendung der landwirtschaftlichen Fläche für den Ökolandbau. Bezüglich des Ökolandbaus (inklusive Tierhaltung) bringt das Szenario die Landwirtschaft auf einen Zielkorridor von 20% Flächenanteil Ökolandbau.

Für die Themenfelder werden charakteristische Parameter ausgewählt und mittels statistischer Daten (ex post) und literaturgestützter Schätzung (ex ante) festgelegt. Nachfolgend greift die Darstellung zunächst die bisherige Regelung im jeweiligen Bereich auf und beschreibt den Status Quo. Im nächsten Schritt werden die Werte für die zukünftige Entwicklung aufgeführt und begründet.

Zusammengefasst zu Szenarien werden diese Werte in das umweltökonomische Simulationsmodell PANTA RHEI eingestellt (für eine detaillierte Beschreibung vgl. Lehr et al. 2011b). Abbildung 2 beschreibt das Vorgehen im Überblick. Zentrale Rahmendaten sind allen Szenarien und Themenfeldern gemeinsam, hierunter fallen beispielsweise die Bevölkerungsprognose des Statistischen Bundesamts oder die internationalen Rohstoffpreise. Das Referenzszenario ist in Anlehnung an die Energierferenzprognose festgelegt und enthält alle Maßnahmen, die bis zum Frühjahr 2014 verabschiedet waren. Zusätzliche Maßnahmen werden in den Szenarien abgebildet. Für die Verarbeitung im ökonomischen Modell müssen die gedachten zusätzlichen Ziele, Maßnahmen und Instrumente in monetäre Impulse „übersetzt“ werden. Die Differenzen in den Modellgrößen zwischen zwei Szenarien werden als Effekte des Szenarios, das die anspruchsvolleren Ziele umsetzt, im Vergleich zur Referenz interpretiert.

Abbildung 2: Ablauf einer gesamtwirtschaftlichen Modellanalyse



Quelle: GWS, EWI, Prognos 2014.

Positive Auswirkungen auf die Beschäftigung entstehen dabei immer dann, wenn die Produktion bestimmter Güter oder Dienstleistungen zusätzlich nachgefragt wird. Dies regt oftmals weitere Nachfrage nach Vorleistungen im Inland an, so dass der Effekt größer wird, als es der einfache Nachfrageeffekt vermuten lässt. Positive Wirkungen lassen sich oft entweder auf zusätzliche Investitionen oder geringere Preise für ein bestimmtes Produkt oder eine bestimmte Dienstleistung zurückführen, steigende Preise, etwa durch Steuern und Abgaben, haben zunächst oftmals negative Wirkungen, da sie die Nachfrage nach den betreffenden Gütern verringern. Falls dies die Nachfrage nach einem arbeitsintensiveren Substitut anregt, kann sich dieser Effekt umkehren. Außerdem erzielen Steuern und Abgaben ein Aufkommen, dessen Verwendung zu positiven Beschäftigungseffekten führen kann.

Neben der Binnennachfrage unterstützen Exporte die positive Beschäftigungsentwicklung in den exportierenden Sektoren. Daher wurde in Kapitel 3 ausführlich hergeleitet, auf welchen Märkten Deutschland in Zukunft zusätzliche Exportchancen realisieren kann. Im Folgenden unterstellen wir, dass ein Zusammenhang zwischen der Unterstützung bestimmter Technologien, Verfahrensweisen und Dienstleistungen im Inland und der Wettbewerbsfähigkeit ihrer jeweiligen Anbieter auf den internationalen Märkten besteht und kombinieren daher die jeweiligen Exportszenarien mit den Szenarien zu den einzelnen Themenfeldern.

5 Wege in eine effizientere Welt

Es besteht in der Literatur Einigkeit, dass der Übergang zur Green Economy nur gelingen kann, wenn wir mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen sparsamer umgehen. Dies betrifft die Materialien, die als Input in die Herstellung anderer Güter fungieren ebenso wie die Energieressourcen, die erst durch Umwandlung ihren Nutzen entfalten. Daher werden in diesem Maßnahmencluster sowohl Aspekte des effizienteren Einsatzes von Energie als auch die Einsparung von Baumaterialien durch die Einführung einer Primärbaustoffsteuer betrachtet. Weiteren Aspekten der Ressourcenschonung durch reduzierten Materialeinsatz wurde im ebenfalls durch das UBA geförderten Projekt PolRes¹² nachgegangen. Der dort verfolgte Ansatz sieht die Modellierung eines Instrumentenbündels vor, welches der simultanen Adressierung folgender Ansatzpunkte dient: Bewusstsein (Abbau von Informationsdefiziten/Änderung langfristiger Gewohnheiten), Preissignale (Berücksichtigung externer Effekte), Modernisierung (Forschungs- und Innovationsförderung), Regelungen (ordnungsrechtliche Ansätze), globaler Handel (internationale Rohstoffextraktionen). Unter dem Aspekt der Nettobeschäftigungswirkungen erscheinen insbesondere die Effekte der Forschungs- und Innovationsförderung von Interesse (siehe hierzu bspw. auch Sartorius und Walz 2013). Im Einzelnen sind die in PolRes abgebildeten Maßnahmen eher klein, d.h., die Investitionen liegen bei mehreren Millionen Euro.

5.1 Vorliegende Arbeiten zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten von mehr Effizienz

Der nachstehende Überblick zeigt bereits durchgeführte Arbeiten und Ex-Post-Evaluierungen. Er dient der Einordnung und als Quelle für die hier vorgelegte Modellierung.

5.1.1 Energieeffizienz

Im nationalen Kontext werden hier zwei Studien dargestellt, welche den Schwerpunkt deutlich auf das Themenfeld Energieeffizienz setzen. Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Energieeffizienzmaßnahmen wurden umfassend in einer Studie zur „Nationalen Klimaschutzinitiative“ untersucht (ifeu et al. 2011). Effizienzmaßnahmen, mit denen sich in Deutschland quer über alle Verbrauchsgruppen und Energieverwendungen ein großes Potenzial zur Einsparung von Energie heben lässt, sind mit Investitionen in Dämmung, neue Motoren, neue Pumpen etc. verbunden. Diese Investitionen wirken als Nachfrageimpuls, führen zu Budgetentlastungen bei den Energiekosten, zu verringerten Energieimporten und zu erhöhter Produktivität. In einem Szenario „Effizienz ambitioniert“ soll ein Großteil der Einsparpotenziale bis 2030 realisiert werden. Die positiven Nettoeffekte zeigen sich in höherer Beschäftigung im Effizienz-Szenario gegenüber der Referenz. Darüber hinaus wurden in ifeu 2012 die gesamtwirtschaftlichen Effekte zusätzlicher Exporte von Effizienzgütern abgeschätzt, ganz ähnlich wie auch hier vorgeschlagen.

Eine weitere Quelle stellen die Arbeiten von Diefenbach et al. 2011, 2012 und 2014 dar. Seit der Einführung des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms der KfW wird sein Einfluss auf Energieeinsparung und auch Beschäftigung jährlich evaluiert. Für jedes Jahr wird das Investitionsvolumen auf Grundlage der gesamten Kredit- und Zuschusszusagen sowie einer Hochrechnung aus Standardbefragungen bestimmt. Das ermittelte Investitionsvolumen für Sanierungsmaßnahmen im Bestand betrug im Jahr 2013 ca. 6,5 Mrd. Euro. Mit dem sich verändernden Investitionsvolumen schwankte die Beschäftigung durch das Programm „Energieeffizient sanieren“ seit dem Jahr 2010 zwischen 52.000 und

¹² Vgl. <http://www.ressourcenpolitik.de/> und <http://www.ressourcenpolitik.de/category/veroeffentlichung/>.

93.000 Personenjahren (Diefenbach et al. 2011, 2012, 2014). Auf eine genaue Abgrenzung der Investitionen mit Blick auf ihre Zusatzlichkeit und ihr Verdrängungspotenzial wird nicht eingegangen. Daher sind die ermittelten Zahlen als Bruttobeschäftigung einzustufen.

Das Thema Energieeffizienz wird in Studien mit unterschiedlicher thematischer Ausrichtung diskutiert und ist häufig ein Element breiter angelegter Untersuchungen zu Klimaschutzmaßnahmen insgesamt. Die auf konkrete Maßnahmen angesetzten Untersuchungen im nationalen Kontext machen deutlich, dass Energieeffizienzmaßnahmen ein großes Potenzial für positive Beschäftigungswirkungen beinhalten. Zum einen wirken die Maßnahmen auf Sektoren wie den Bausektor, die arbeitsintensiv sind, zum anderen können beispielsweise in der Industrie die Einsparungen in kurzer Zeit die Investitionen refinanzieren, sodass weitere Einsparungen im Zeitablauf sich positiv in den Budgets der Unternehmen bemerkbar machen und Ausgaben in weiteren Bereichen induzieren können, die dann wieder zu positiven Effekten führen.

5.1.2 Material- bzw. Ressourceneffizienz

Generell gibt es in diesem Themenfeld große Überschneidungen mit dem produktionsintegrierten Umweltschutz und der Kreislaufwirtschaft. Fortschritte in diesem Gebiet bedeuten auch immer eine Steigerung der Rohstoffproduktivität. Die hier betrachteten ökonomischen Wirkungsstudien zur Ressourcen- bzw. Materialeffizienz untersuchen schwerpunktmäßig politische Instrumente zur Reduktion des Einsatzes von nicht-energetischen Rohstoffen in der Industrie oder im Baugewerbe. Häufig haben sie einen Bezug zu materialeffizienten Verfahren in rohstoffnahen Wirtschaftszweigen. Walz et al. 2001 analysieren beispielsweise die nachhaltigere Nutzung und Produktion von Papier. Im Ergebnis werden positive Arbeitsplatzeffekte ermittelt, die sich überwiegend durch Nachfrage nach EDV- und medienorientierten Dienstleistungen und Ausrüstungen ergeben. Negativ schlagen Nachfragerückgänge in der Papierindustrie zu Buche. In derselben Studie wird mit dem Modell ISIS die Wirkung einer längeren Lebensdauer von Pkw untersucht. Hier kann der Sektor für Reparaturleistungen bis zum Jahr 2020 deutlich profitieren und zwar in höherem Ausmaß als andere Sektoren (insbesondere Pkw-Herstellung) hiervon negativ betroffen werden. Ebenfalls positive Arbeitsplatzeffekte kommen bei einem verstärkten Kunststoffrecycling zustande.

Distelkamp et al. (2011) untersuchen für Deutschland die Wirkung mehrerer Instrumente zur Steigerung der Materialeffizienz. Dabei kommt das Modell PANTA RHEI zum Einsatz, welches unterschiedliche Szenarien bis zum Jahr 2030 vergleicht. Die Szenarien (Primärbaustoffsteuer, erhöhte Recyclingquoten für NE-Metall sowie Information und Beratung) zeigen gegenüber der Baseline mindestens leicht positive Wirkungen auf die Erwerbstätigkeit bei verringertem Materialverbrauch. Besonders positiv wirken sich die Beratungsprogramme aus, da sie Nachfrage nach beschäftigungsintensiven Dienstleistungen und auch Materialeinsparungen in der Fertigung generieren.

Die Ergebnisse vergleichbarer Arbeiten im Kontext internationaler Studien werden von Meyer (2011) zusammengefasst und durch neue Modellergebnisse ergänzt. Dabei werden insbesondere Ergebnisse des Modells E3ME auf der einen und GINFORS auf der anderen Seite gegenübergestellt. Die untersuchten Instrumente sind Metallinputsteuer, erhöhte Recyclingquoten für Metalle sowie Information und Beratung. Alle diese Maßnahmen erzeugen im Szenarienvergleich bis 2030 mindestens leicht positive Wirkungen für die EU-Staaten. In der Ausarbeitung wird gegenüber Distelkamp et al. (2011) deutlich, dass die genaue Ausgestaltung von Materialinputsteuern großen Einfluss auf die zu erwarteten Wirkungen hat. Je nachdem auf welcher Verarbeitungsstufe (Rohmaterialimport – Grundstoffherstellung – Fertigung Endprodukt) Steuern angesetzt werden, sind die Wirkungen auf die Ökonomie und Materialeffizienz unterschiedlich. Damit sind strukturelle Effekte und Aspekte der internationalen Arbeitsteilung besonders kritisch für die Ergebnisse.

Aus den Inhalten der Auswahl an Studien im Bereich Materialeffizienz lässt sich ableiten, dass eine Reduktion bzw. Substitution des Einsatzes von Rohstoffen mit weitreichenden strukturellen Verschiebungen einhergehen kann. Daher besteht eine große Unsicherheit bei den Szenarienannahmen in Beschäftigungsstudien. Auch wenn einige Wirtschaftszweige respektive Länder von Materialeffizienzmaßnahmen negativ betroffen sein dürften, fällt die Gesamtbilanz möglicher politischer Maßnahmen in der Regel positiv aus. Beratung von Unternehmen bzgl. Materialeffizienz sowie Recycling schaffen unmittelbar Beschäftigung. Indirekt wirkt – weniger stark – die Kostenentlastung positiv auf Einzelunternehmen und die Gesamtwirtschaft. Die negativen Effekte auf Seiten der Rohstoff- oder Vorprodukthersteller hängen stark davon ab, ob und in welchem Umfang Substitute verwendet werden, welche Art von Stoffen dies sind und wo sie produziert werden.

5.2 Simulation der Nettobeschäftigung auf dem Weg in eine effizientere Welt

5.2.1 Treiber und Rahmenbedingungen im Modell

Eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz erfordert Investitionen in hocheffiziente Produkte und Verfahren, Anreize zur Anschaffung effizienterer Fahrzeuge und die Sanierung von Gebäuden. Eine verbesserte Energieeffizienz erhöht die Rohstoffproduktivität, da von den importierten Rohstoffen 67% auf Energieträger entfallen und bei den heimischen Rohstoffen immerhin noch 20%. Dennoch ist die Erhöhung der Materialeffizienz eine eigene Aufgabe, die weitere Dimensionen beinhaltet und weitere Akteure anspricht. Stellvertretend für ein komplexes Thema werden auf dem Weg in eine effizientere Welt in diesem Szenario annahmegemäß sowohl ganz konkret Baustoffe eingespart als auch etwas breiter angelegt abiotische Materialien in allen Industrien eingespart, die Material einsetzen. Der Weg zu mehr Materialeffizienz führt, wenngleich zunächst in geringerem Umfang, auch über Information und Beratung (vgl. hierzu auch Meyer, Meyer & Walter 2015), die aber ihrerseits Investitionen in materialsparende Technologien erstrebenswert machen sollen.

Allgemein können Investitionen über zwei sehr unterschiedliche Wege angeregt werden: Verteuerung des einzusparenden Guts, also Verteuerung von Energie und Materialien sowie Abbau von Hemmnissen durch finanzielle Förderung, Information, Beratung oder Verpflichtung. Förderinstrumente sind Anreizmechanismen, die es den Akteuren erleichtern, neue Verfahren und Technologien bei ihren Investitionsentscheidungen zu berücksichtigen und aufgeschobene Maßnahmen in Angriff zu nehmen. Die Besteuerung von Energie bzw. Material setzt beim Verbrauch an. Über die dadurch direkt oder indirekt erhöhten Preise beim Verbrauch werden Maßnahmen zur Verbrauchsreduktion schneller wirtschaftlich.

Das Effizienzzenario erhöht die Energieeffizienz in den nachstehenden Bereichen: Die Gebäudesanierung wird durch eine erhöhte Fördersumme für Wohngebäude und zusätzliche Mittel für Gebäude in öffentlicher Hand in Anlehnung an das Zukunftsinvestitionsgesetz zusätzlich unterstützt, die Industrie und Haushalte werden durch Informationskampagnen und/oder Energieberatung zu Investitionen in energieeffiziente Ausrüstungen angeregt, die Primärbaustoffsteuer führt indirekt zu einem sparsameren Umgang mit Baumineralien und weitere Beratungsaktivitäten führen zu einem Anstieg der Materialeffizienz in der Industrie.

Gesamtwirtschaftlich sind damit die folgenden Wirkungskanäle angesprochen. Investitionen erhöhen immer die Güternachfrage in bestimmten Sektoren (z. B. hocheffiziente Elektromotoren oder Bauleistungen). Dies wirkt sich positiv auf die Beschäftigung in den jeweiligen Wirtschaftszweigen aus. Die erhöhten Investitionen selbst können sich langfristig auch dämpfend über erhöhte Preise durch höhere Abschreibungen oder höhere Importe auswirken. Indirekt und eher mittel- bis langfristig wirken sich die realisierten Einsparungen von Material und Energie aus. Negativ wirken sich die Einsparungen auf die Nachfrage in den jeweiligen Produktionsbereichen aus – so etwa durch den

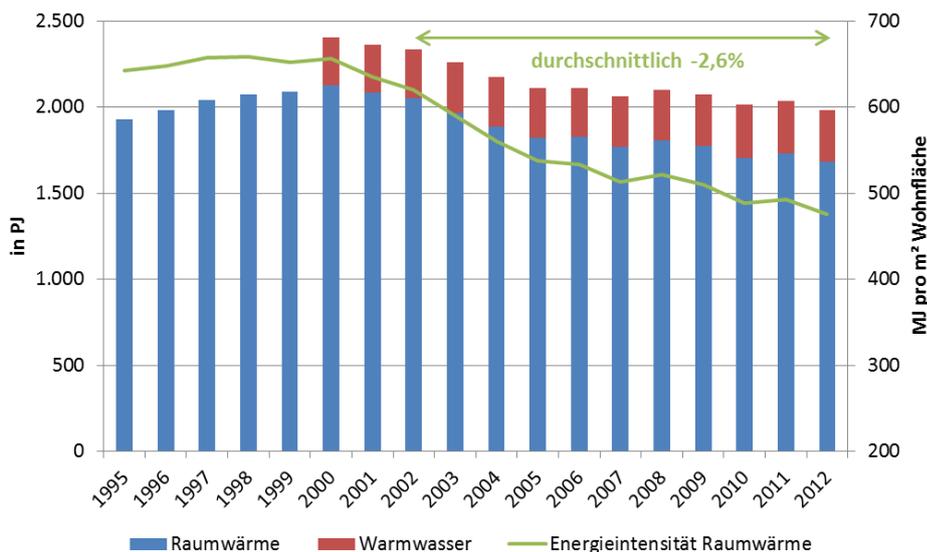
verringerten Absatz von Strom oder auch Baumineralien. Positiv wirken die Einsparungen in mehrfacher Hinsicht: Bei den investierenden Wirtschaftszweigen reduziert sich der Energieeinsatz und damit die Kosten, dies erhöht die Wertschöpfung und wirkt damit positiv auf die Beschäftigung. Bei den Konsumenten führen Einsparungen von Energie (bei einer unveränderten Sparquote) zu einem leicht erhöhten Konsum von anderen Gütern. Bei zusätzlichen Verbrauchssteuern wird ein Teil der Einsparungen durch die erhöhten Anschaffungspreise kompensiert. Langfristig wirken sich Einsparungen in Deutschland, das viele Rohstoffe und insbesondere Energieträger importiert, gesamtwirtschaftlich positiv aus, da diese Importe reduziert werden. Das Niveau und der Entwicklungspfad der inländischen und internationalen Preise für die eingesparten Güter sind naturgemäß von entscheidender Bedeutung für die Stärke der Einsparungswirkung.

5.2.2 Beschreibung des Effizienzszenarios - Ausgangsdaten und Annahmen

5.2.2.1 Ausgangsdaten – Gebäude

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Wärmebedarf von Gebäuden bis zum Jahr 2020 um 20% zu reduzieren. Für die Erreichung dieser und übergeordneter EU-Ziele wird die Förderung von energetischen Sanierungen an Wohngebäuden mithilfe von Förderkrediten als ein wichtiges Instrument beibehalten und weiterentwickelt. Des Weiteren soll ein Sanierungsfahrplan entwickelt werden, um die Sanierungsrate langfristig zu verdoppeln. Diese Bausteine sind zwei wesentliche Bestandteile der Strategie, die an die Europäische Kommission als Verpflichtung aus der Energieeffizienz-Richtlinie übergeben wurde (vgl. BMWi 2014a). Ein Blick auf die bisherige Entwicklung der Energieeffizienz von Wohngebäuden zeigt, dass der Handlungsbedarf weiterhin groß ist. Der Wärmebedarf ging bezogen auf den m² Wohnfläche seit dem Jahr 2001 um jährlich ca. 2,6% zurück. Insgesamt könnte damit nur eine Reduktion des Energieverbrauchs für Raumwärme bei den privaten Haushalten jährlich um etwa 1,9% erreicht werden, da der Wohnflächenbestand weiter gestiegen ist.

Abbildung 3: Entwicklung des Energieverbrauchs für Raumwärme insgesamt und im Verhältnis zur Wohnfläche im Bestand



Quelle: Destatis (UGR und Fachserie 5 Reihe 3), eigene Berechnungen

Unter dem Programmtitel „Energieeffizient Sanieren“ werden seit dem Jahr 2009 unterschiedliche Produkte zur Förderung energetischer Sanierungen von der KfW Bank angeboten. Dieses Programm setzt im Wesentlichen das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm fort, welches im Jahr 2001 eingeführt

wurde. Die jährlichen Förderzusagen in Form von zinsbegünstigten Darlehen und Zuschüssen bewegen sich seit dem Jahr 2005 zwischen 2 und 6 Mrd. Euro. Im Jahr 2012 belief sich das Kreditvolumen auf ca. 3,8 Mrd. Euro. Das Investitionsvolumen betrug über 5,4 Mrd. Euro und war damit über 6-mal so hoch wie die Programmkosten (BMWi 2014b, S 114). Die Programmkosten repräsentieren jenen Wert, den der Staat (Bundeshaushalt) bereitstellt, um die Investitionen – über das Förderprogramm – anzuregen.

Tabelle 23: Eingesetzte Mittel im Rahmen des KfW-Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ für die Jahre 2010 bis 2012

Kosten (Mio. Euro)	2010	2011	2012
Kreditvolumen	4.927	2.796	3.772
Zuschussvolumen	100	51	75
Investitionsvolumen	6.919	3.853	5.405
Programmkosten	1.131	625	788

Quelle: IER & IZT 2014.

5.2.2.2 Modellierung der Gebäudesanierung

Im Kontext der Modellierung ist diese „Fördersumme“ Auslöser für zusätzliche Investitionen und die durch die Förderung ausgelösten gesamten Investitionen sind wichtig für die Berechnung der Energieeinsparung. Aus der Auswertung von Förderprogrammen folgt, dass etwa das Dreifache der Fördersumme investiert wird. Aus diesen Größen werden die sanierten Flächen abgeleitet. Zusammen mit der Einsparung je m² sanierter Fläche ergibt sich die Endenergieeinsparung für die Haushalte. Die Kenngröße für diese Einsparung lag zuletzt bei etwa 80 kWh/(m²a) (Diefenbach et al. 2014). Aus dem Investitionsvolumen ergibt sich die zusätzlich sanierte Fläche und somit die Gesamteinsparung.

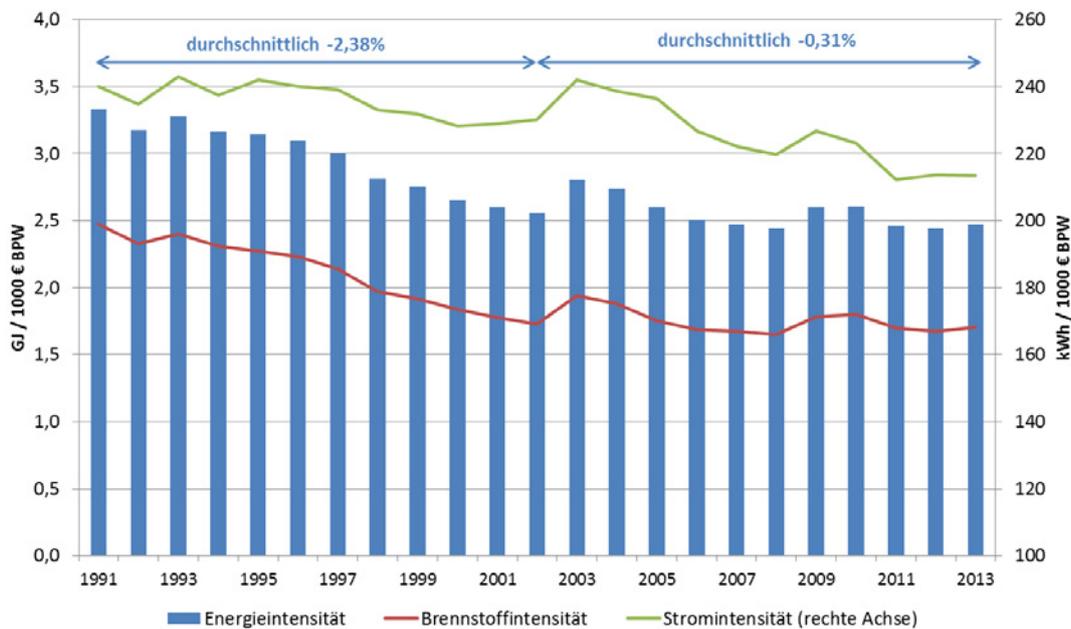
Zusammenfassend wird die Gebäudesanierung im Effizienzscenario folgendermaßen abgebildet:

- ▶ Erhöhung der Fördersumme um zusätzlich eine Mrd. Euro/a bis zum Jahr 2020 und schließlich +2 Mrd. Euro /a bis zum Jahr 2030.
- ▶ Beibehaltung der Förder- und Investitionsstruktur und relativen Einsparung (Sanierungserfolg).
- ▶ Aufstockung um eine bzw. zwei Mrd. Euro fließt aus dem Staatsbudget, Selbstfinanzierung über höheres Wachstum.

5.2.2.3 Ausgangsdaten – Industrie

Industrie und Gewerbe gehören mit rund einem Drittel zu den größten Energieverbrauchern in Deutschland. Entsprechend groß sollte der Beitrag zur Erreichung der Energieeffizienz-Ziele sein, die sich aus dem Energiekonzept und der EU-Richtlinie (EED) ergeben. Für einen proportionalen Anteil an der Zielerreichung aus dem Energiekonzept (Endenergieproduktivität +2,1% p.a.) müsste die Energieintensität des industriellen Sektors deutlich stärker sinken als im Zeitraum 2002 bis 2013, in dem sie nur um durchschnittlich 0,31% pro Jahr zurückgegangen ist.

Abbildung 4: Entwicklung der Energieintensität in der Industrie



Quelle: AG Energiebilanzen 2014

Aber auch die Einsparpotenziale sind im industriellen Sektor groß. Untersuchungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative haben ergeben, dass es nicht nur branchenspezifische Herstellungsprozesse sind, in denen große Einsparpotenziale bestehen. Vielmehr sind es Investitionen in sogenannte Querschnittstechnologien (Elektromotoren, Pumpen, Beleuchtung), durch die deutliche Einsparungen von Energie und damit verbundenen Kosten erreicht werden können. Gerade in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) fehlen häufig Know-how oder finanzielle Ressourcen, um Energieeffizienzfragen anzugehen. Daher besteht seit Oktober 2012 ein Förderprogramm, welches Unternehmen bei Investitionen in hocheffiziente Technologien unterstützen soll. Im Januar 2015 wurden die Programme, die durch die BAFA und die dena durchgeführt werden, novelliert.

5.2.2.4 Modellierung der Aktivitäten der Industrie

Die im Maßnahmenbündel unterstellten Aktivitäten der Industrie sind die Folgenden:

- ▶ Erschließung von Effizienzpotenzialen in den Querschnittstechnologien in der Industrie.
- ▶ Sektorspezifische, zusätzliche Ausrüstungsinvestitionen und Einsparwirkungen bis zum Jahr 2020.
- ▶ Investitionen (Wärme und Strom): zusätzlich 1,3 Mrd. (2012) bis 0,9 Mrd. (2020) pro Jahr.
- ▶ Die entsprechenden jährlichen Einsparungen an Endenergie summieren sich bis 2020 auf über 130 PJ.
- ▶ Anreize für Investitionen über Energieberater.

Maßnahmen in der Industrie müssen sich schnell refinanzieren, sonst werden sie nicht ergriffen. Die hier abgebildeten Maßnahmen refinanzieren sich durch die Energieeinsparung innerhalb von 2 bis 6 Jahren. Dennoch werden diese Maßnahmen bislang nicht ergriffen. Daher wird als Unterstützung eine Zunahme von Energieberatungen vorgeschlagen, wie sie bereits heute im Rahmen von Energiemanagementsystemen an einige Ausnahmetatbestände etwa bei der EEG-Umlage geknüpft ist. Diese zusätzlichen Beratungen werden aus den Energieeinsparungen refinanziert. Ganz konkret fallen durch mehr als 130 PJ Endenergieeinsparungen über den gesamten Zeitraum zusätzliche Einspa-

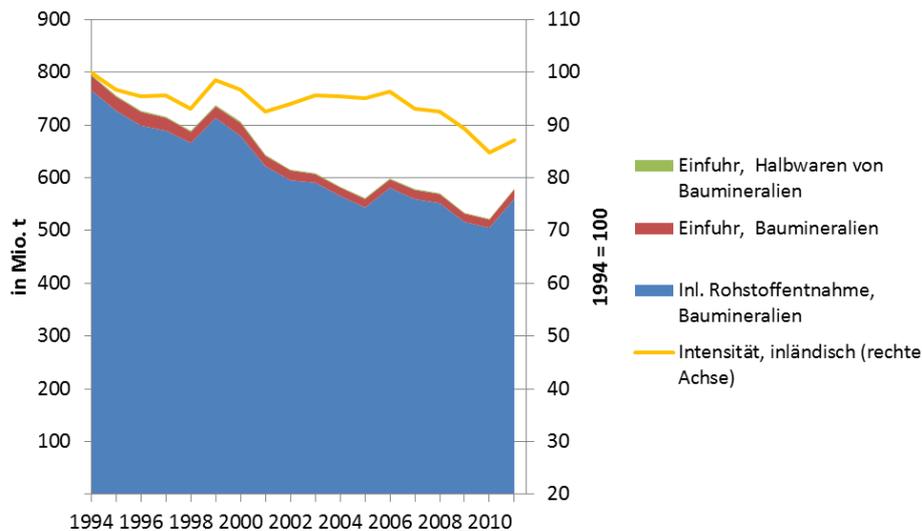
rungen von über 5 Mrd. Euro an. Prognos et al. (2014) haben den Energieberatungsmarkt eingehender untersucht. Aus ihren Ergebnissen lässt sich der Beratungsmarkt für Energieeffizienz in der Industrie auf der Anbieterseite mit ca. 4000 Unternehmen abschätzen. Da diese Unternehmen im Durchschnitt eher klein sind, blickt man vielleicht auf 8-12 Tausend Beschäftigte derzeit. Zusätzliche Beratung wird diesen Markt nicht explodieren lassen. Wir unterstellen eine Verwendung von 100 Millionen Euro, d. h. ungefähr die Hälfte der zusätzlichen Einsparung im ersten Jahr als Ausgabe für die Beratung erhöhen im Modell PANTA RHEI dazu den Inputkoeffizienten für Beratungsleistungen und reduzieren den Inputkoeffizienten für Energievorleistungen. Die Amortisationszeit für Energieeffizienzsteigerungen verlängert sich durchschnittlich damit um ein halbes Jahr.

5.2.2.5 Ausgangsdaten – Rohstoffeffizienz

Im Bereich der Rohstoffeffizienz werden oftmals Steuern und Abgaben diskutiert. Das Ziel der deutschen Rohstoffstrategie ist es, die Rohstoffproduktivität in Deutschland ausgehend vom Wert im Jahr 1994 bis zum Jahr 2020 zu verdoppeln. Bisher wurde eine Steigerung um knapp 50% erreicht (Destatis 2014c, S. 8). Die Verdopplung kann als übergeordnetes Ziel gelten, denn viele Teilindikatoren zur Messung des Nachhaltigkeitsfortschritts wirken steigernd auf den Indikator der Rohstoffproduktivität. Zu nennen sind die Ziele zur Energieeffizienz und zu den erneuerbaren Energien. Da sich der Indikator aus dem Bruttoinlandsprodukt (in Euro, preisbereinigt) je eingesetzter Tonne an abiotischem Primärmaterial berechnet, wird seine Entwicklung stark vom Einsatz von Baumineralien bestimmt. 44% der eingesetzten Materialien insgesamt (inländische Entnahme und Einfuhr) werden im Bau eingesetzt – für den Bereich der inländischen Entnahmen sind es sogar 68%. Abbildung 5 zeigt die Entwicklung des Rohstoffverbrauchs seit 1994. Die Einfuhr von Baumineralien (Rohstoffe 17,9 Mio. t und Halbwaren 1,4 Mio. t im Jahr 2011) spielt im Vergleich zur inländischen Entnahme (560,3 Mio. t) eine untergeordnete Rolle. Zwar ging der Verbrauch von Baumineralien in Deutschland seit 1994 deutlich zurück. Jedoch war dies auch auf den allgemeinen Rückgang der Bauinvestitionen seit der Jahrtausendwende zurückzuführen. Die Rohstoffintensität der Bauinvestitionen¹³ (t pro Mio. Euro) ist seit dem Jahr 1994 nur um etwa 15% gesunken. Für einen proportionalen Beitrag zur Steigerung der Rohstoffproduktivität müsste bis zum Jahr 2020 insgesamt eine Reduktion um ca. 50% erreicht werden.

¹³ Für diese Rohstoffintensität wurde nur die inländische Rohstoffentnahme von Baumineralien ins Verhältnis zu den preisbereinigten Bauinvestitionen gesetzt.

Abbildung 5: Entwicklung des Rohstoffverbrauchs und der Intensität für die Nutzung von Baumineralien



Quelle: Destatis (UGR, VGR), eigene Berechnungen

5.2.2.6 Modellierung der Rohstoffeffizienz

Die Diskussion zur Erhöhung der Effizienz bei der Verwendung von Baustoffen, etwa durch mehr Recycling oder auch durch ökonomische Instrumente, hat keine neuen Impulse bekommen. Ludewig und Meyer (2012) sehen in der Besteuerung von Primärbaustoffen weiterhin ein entscheidendes Instrument, um einen sparsameren Umgang mit Baustoffen bzw. einen erhöhten Einsatz von Recycling-Baustoffen zu erreichen. Eine Besteuerung von Baustoffen wird im Effizienzzenario wie folgt umgesetzt:

- ▶ Belegung von Baumineralien mit einer Abgabe von 2 Euro/t (2012) bis 4,8 Euro/t (2020).
- ▶ Gesamte inländische Entnahme von Baumineralien bestimmt das Steueraufkommen.
- ▶ Sektor „Steine und Erden“ führt die Steuer ab und gibt die Kosten über die Preise weiter.

Als Verwendung des Aufkommens lassen sich verschiedene Möglichkeiten diskutieren. Zum einen kann das Aufkommen ganz direkt für die Rekultivierung von Kies- und Sandabbauarealen sowie Steinbrüchen verwendet werden. Zur Renaturierung und Rekultivierung ist die Diskussion im Kiesabbau nicht so intensiv wie im Bereich der Bergbaufolgelandschaften etwa des ostdeutschen Braunkohletagebaus, aber sie wird ebenfalls geführt. Derzeit scheint die Rekultivierung eher über Selbstverpflichtungen von Unternehmen geleistet zu werden. Eine systematischere naturnahe Aufbereitung könnte mit dem Aufkommen unterstützt werden. Der monetäre Impuls geht dann in die Wirtschaftszweige, die mit der Rekultivierung befasst sind, d. h. die eventuelle Entsorgung von Verunreinigungen, die naturfachliche Aufbereitung im Garten- und Landschaftsbau und den Planungsunternehmen, die auf derartige Fragen spezialisiert sind. Da die immerhin bis zu 2,4 Mrd. Euro Aufkommen wahrscheinlich nicht von Rekultivierungen verzehrt werden, kann ein Teil in Förder- und Beratungsprogrammen zur Ressourceneffizienz verwendet werden.

5.2.2.7 Ausgangsdaten – Verteilungsgerechtes Energiesparen

In Reaktion auf die Diskussion zu den Verteilungswirkungen des EEG und zur Belastung von Haushalten mit geringem Einkommen haben die Energieagenturen und die Caritas 2013 das Programm Stromspar-Check PLUS initiiert. Es wird über drei Jahre vom BMUB mit Mitteln aus der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert und läuft nach derzeitigem Stand Ende 2015 aus.

Erste Auswertungen haben gezeigt, dass die Haushalte im Durchschnitt 400 kWh/a einsparen, das sind etwas mehr als 10% des durchschnittlichen Verbrauchs der berechtigten Haushaltsgruppe. Der Stromspar-Check PLUS richtet sich an Bezieher von ALG II, Wohngeldempfänger und Sozialhilfeempfänger. Die Stromrechnung dieser Haushalte liegt zwar unter dem Durchschnitt, aber umfasst einen größeren Anteil des verfügbaren Einkommens als im Durchschnitt über alle Haushalte (vgl. Lehr und Drosdowski 2013). Es wird bis zu 70 Euro pro Haushalt an stromsparender Ausstattung kostenlos eingebaut. Derzeit ist das Programm nicht in allen Kommunen verfügbar.

5.2.2.8 Modellierung – Verteilungsgerechtes Energiesparen

Im Szenario unterstellen wir eine Aufstockung (räumlich) und eine Verlängerung des Programms. Wenn jährlich 250.000 Stromspar-Checks durchgeführt werden, dann werden die ca. 4,4 Millionen berechtigten Haushalte beraten sein. Daher wird im Szenario das Programm bis 2030 verlängert. Die Einsparungen belaufen sich auf 96 GWh/a und summieren sich über die 16 Jahre letztlich auf 1,54 TWh/a oder 5400 TJ/a, etwas mehr als 1% des gesamten Stromverbrauchs.

5.2.2.9 Ausgangsdaten – Energieeffizienz im öffentlichen Sektor

Energieeffizienz im öffentlichen Sektor ist aus einer Vielzahl von Gründen attraktiv: Zum einen liegen erhebliche Potenziale vor, die, wenn sie gehoben werden, die öffentlichen Haushalte deutlich entlasten können. Zum anderen kann der öffentliche Sektor – sei es auf der Ebene des Bundes, der Länder oder der Kommunen – seiner Vorbildfunktion gerecht werden, wenn er sichtbar in Energieeffizienz investiert bzw. sich engagiert.

Aus den letzten Jahren liegen etliche Programme und Initiativen zur Steigerung von Energieeffizienz im öffentlichen Sektor vor. Die Deutsche Energieagentur (DENA 2015) stellt unter der Überschrift „Energieeffiziente Kommunen“ die wichtigsten öffentlichen Fördermöglichkeiten auf dieser Ebene des öffentlichen Sektors zusammen. Die Klimaschutzinitiative des BMUB enthält ein Förderprogramm für Kommunen, soziale und kulturelle Einrichtungen. Der Austausch von Innen- und Hallenbeleuchtung baut auf komplette LED-Technik in Verbindung mit einer Steuer- und Regelungstechnik und unterstützt Kommunen mit einer Förderquote von 30 Prozent.

Im Rahmen des Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplans werden die geplanten Maßnahmen regelmäßig aktualisiert und erreichbare Einsparziele benannt, sowie evaluiert. Die Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) innerhalb des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführung erfüllt die Berichtspflicht, basierend auf der Richtlinie der Europäischen Union über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (2006/32/EG), die die Mitgliedstaaten dazu verpflichtet, eine oder mehrere Stellen zur Aufsicht über die Erreichung der in der Richtlinie festgelegten Ziele zu gründen. Die BfEE veröffentlicht darüber hinaus Berichte und Zusammenfassungen von selbst in Auftrag gegebenen Untersuchungen zu einzelnen Aspekten. Die letzte Zusammenfassung zum öffentlichen Sektor (BMWi 2011) weist einen Energieverbrauch des öffentlichen Sektors von 208,2 PJ (2010) aus. Bis 2016 können hiernach 10% eingespart werden. Betrachtet man die Einsparungen vergangener Jahre, so lässt sich aus der Top-Down-Analyse eine Einsparung von 5,4 PJ im Jahr 2010 gegenüber 2007 und insgesamt gegenüber 1995 eine Einsparung von 37,1 PJ ermitteln. Bottom-up lassen sich 17,2 PJ Einsparungen gegenüber 1995 identifizieren. Es zeigt sich, dass mehr als die Hälfte der Einsparungen in den Jahren 2009 und 2010 durch Mittel infolge des Zukunftsinvestitionsgesetzes erzielt wurden (Tabelle 24).

Tabelle 24: Überblick über die Energieeinsparungen (Bottom-up) von ausgewählten Maßnahmen im öffentlichen Sektor

Energieeinsparung	2007	2010	2013	2016	Summe
Einheit	PJ/a				
Bottom-up quantifiziert	1995-2007	2008-2010	2008-2013	2008-2016	1995-2016
Summe öffentlicher Sektor	1,1	9,1	14,3	16,4	17,2
Energetische Modernisierung der sozialen Infrastruktur		1,3	1,3	1,3	1,3
Energieeinsparprogramm Bundesliegenschaften	0,2	0,8	1,0	1,5	1,7
KfW Energieeffizient Sanieren – Kommunen		0,5	1,1	1,8	1,8
KfW Kommunalkredit – Energetische Gebäudesanierung	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4
KfW Sozial Investieren – Energetische Gebäudesanierung		0,2	0,3	0,5	0,5
Zukunftsinvestitionsgesetz		4,5	7,7	7,7	7,7
Contracting für Bundesliegenschaften	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Green-IT Initiative des Bundes	0,1	0,3	0,7	0,9	1,0
Länderaktivitäten im Öffentlichen Sektor	0,3	0,8	1,5	1,9	2,2

Quelle: BMWi 2011, S. 75.

Auf der Ebene von Bund, Ländern und Kommunen hat sich das Zukunftsinvestitionsgesetz (2009) zur Gegensteuerung in der Finanz- und Währungskrise als ein wichtiges Förderprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz erwiesen. Von den 9,1 PJ Einsparungen zwischen 2008 und 2010 entfallen 4,5 PJ auf Maßnahmen, die mit den Mitteln des Zukunftsinvestitionsgesetzes durchgeführt wurden.

Von den 10 Mrd. Euro Fördervolumen ist ein erheblicher Teil in Energieeffizienzinvestitionen geflossen, diese stellen den größten Einzelposten unter den durchgeführten Maßnahmen dar.

5.2.2.10 Modellierung Energieeffizienz öffentlicher Sektor

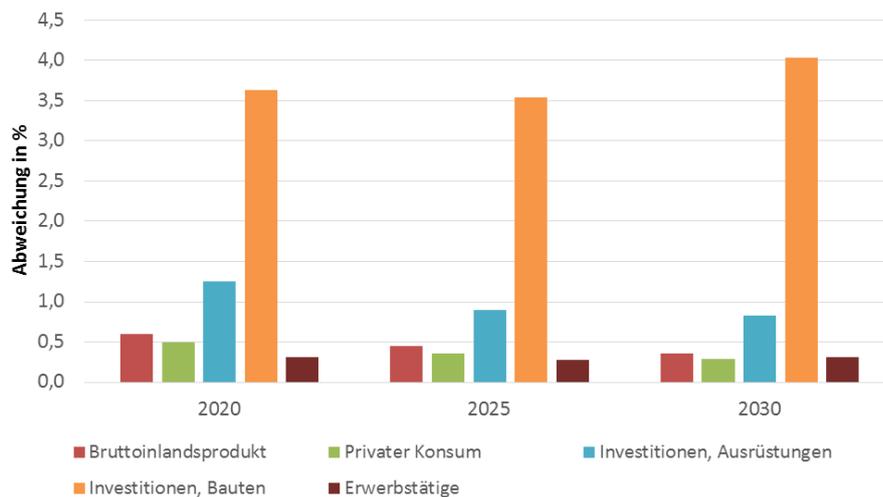
Daher wird in der Simulation dieses Programm fortgesetzt und eine ähnliche Struktur der getätigten Investitionen wie in der Vergangenheit unterstellt. Insbesondere die Ertüchtigung öffentlicher Gebäude, Schulen, Hochschulen, Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser und Heime sowie Schwimmbäder wird mit diesen Mitteln vorangetrieben.

5.2.2.11 Zusammenfassung des Maßnahmenbündels im Szenario

Die folgende Abbildung stellt das Bündel an Maßnahmen im gemeinsamen Effizienzzenario dar. Sie zeigt, wie die Maßnahmen mit ihren direkten Geldströmen im Modell PANTA RHEI prinzipiell angelegt sind. So ist etwa zu sehen, dass nur die Primärbaustoffsteuer direkt zu Einnahmen im staatlichen

auf die Bauinvestitionen aus: Die Gebäudesanierung bekommt neuen Schwung sowohl im Wohnbau als auch bei Nichtwohngebäuden wie Universitäten, Verwaltungsgebäuden oder Krankenhäusern und zeigt sich im Plus an Bauinvestitionen ebenso wie die zusätzlichen Sanierungsaktivitäten aus dem Aufkommen der Primärbaustoffsteuer. Diese sorgt an sich für einen leichten Rückgang an Bauinvestitionen, aber die positiven Impulse überwiegen bei Weitem und führen zu 3,6 bis vier Prozent höheren Bauinvestitionen. Dies wirkt sich auch auf die Beschäftigung in der Bauwirtschaft aus (vgl. weiter unten zu den sektoralen Auswirkungen). Die Ausrüstungsinvestitionen zeigen ein Plus von rund einem Prozent, was überwiegend auf die Investition in Effizienzgüter zurückzuführen ist. Die Konsumausgaben der Haushalte folgen den höheren Einkommen durch die zusätzliche Beschäftigung. Im Beobachtungszeitraum liegt die Beschäftigung um 100.000 Beschäftigte höher als in der Referenz. Die Einnahmen aus Steuern und der zusätzlich erhobenen Primärbaustoffsteuer sorgen für einen positiven Impuls auf den Finanzierungssaldo des Staats, obwohl auch zusätzliche Ausgaben getätigt werden, wie zum Beispiel die Unterstützung der Gebäudesanierung bei öffentlichen Liegenschaften, die Unterstützung von Beratungsleistungen für verstärkte Material- und Energieeffizienz sowie die Unterstützung der Flächensanierung nach der Baustoffentnahme.

Abbildung 7: BIP, Investitionen, Konsum und Beschäftigung auf dem Weg zu einer effizienteren Welt – Prozentuale Abweichung von der Referenz



Quelle: Eigene Berechnungen.

Obwohl der Schwerpunkt dieser Untersuchung auf den wirtschaftlichen Auswirkungen des Übergangs zu einer Green Economy liegt, sollten die Szenarien im Sinne der Nachhaltigkeit natürlich messbare Verbesserungen aufweisen. Für die nachhaltige Entwicklung von Generationengerechtigkeit, Lebensqualität und sozialem Zusammenhalt sowie zur Wahrung der internationalen Verantwortung sind politische Ziele festgelegt, deren Erreichen von den hier vorgeschlagenen Maßnahmen nur wenig beeinflusst werden. Anders sieht es mit den Nachhaltigkeitszielen für die Umwelt aus. Die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen unterstützen die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, indem sie verschiedene umweltbezogene Indikatoren hinsichtlich ihrer Entwicklungen genauer analysieren, differenzieren und Querbeziehungen zu wirtschaftlichen und sozialen Aspekten aufzeigen (Destatis 2014c). Die Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR) enthält Indikatoren zur Energie- und Rohstoffproduktivität, zu Treibhausgasemissionen, zum Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche, zur Intensität von Personen- und Gütertransport sowie zu Luftschadstoffen.

Tabelle 25: Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland (Auszug)

Nachhaltigkeitsindikatoren der UGR	
Ressourcenschonung	
	Energieproduktivität (1990=100)
	Primärenergieverbrauch (2008=100)
	Rohstoffproduktivität (1994=100)
Klimaschutz	
	Treibhausgasemissionen in CO ₂ -Äquivalenten (1990=100)
Erneuerbare Energien	
	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch (%)
	Anteil Strom aus erneuerbarer Energien am Stromverbrauch (%)
Flächeninanspruchnahme	
	Anstieg Siedlungs- und Verkehrsfläche: gleitender 4-Jahresdurchschnitt (ha/Tag)
Staatsverschuldung	
	Staatsdefizit (in % des BIP)
Wirtschaftliche Zukunftsvorsorge	
	Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP (%)

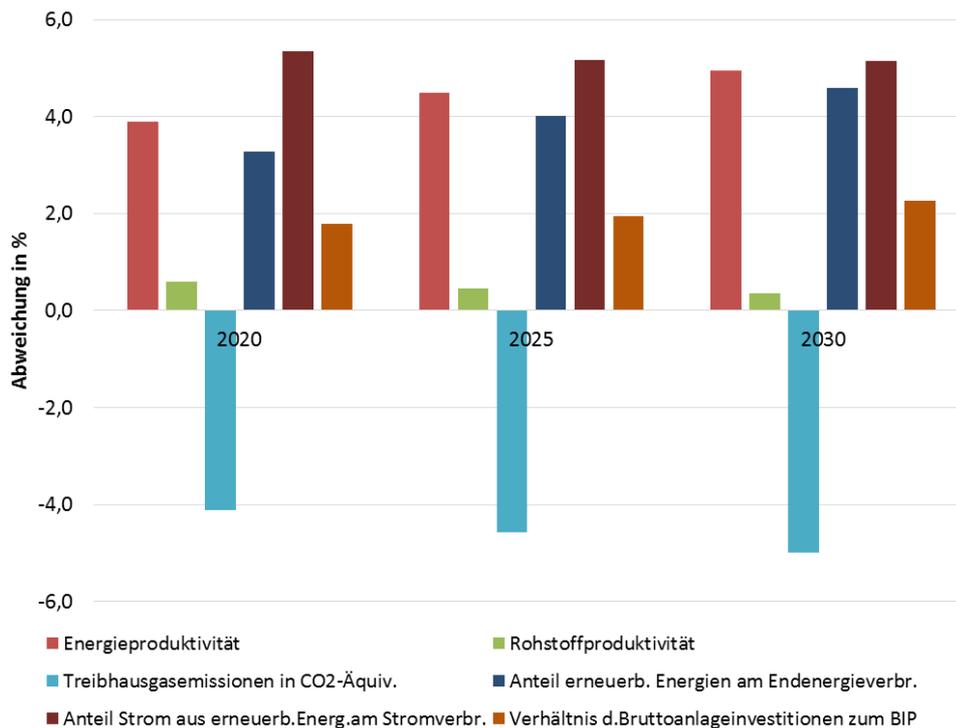
Quelle: Nach Destatis, Wiesbaden 2015, Stand: 06.10.2015

Auch hier fällt eine gewisse „Energieelastigkeit“ auf, was letztlich auf Datenverfügbarkeit und Messbarkeitsansprüche zurückzuführen ist. Andere Bereiche sind zum Teil in einem zusammengesetzten Indikator zusammengefasst wie etwa die Artenvielfalt. Die sozialen Aspekte sind abgedeckt durch weitere Indikatoren (Bildung, Familie, Integration, Gesundheit, Kriminalität), die durch die hier untersuchten Maßnahmen nicht beeinflusst werden.

Beeinflusst werden jedoch alle in Tabelle 25 aufgeführten Indikatoren. Abbildung 8 zeigt für die Jahre 2020, 2025 und 2030 die prozentualen Abweichungen des Indikators zur Referenz. Die Energieproduktivität ist definiert als Verhältnis aus dem preisbereinigten BIP und dem Primärenergieverbrauch. Der Indikator hat 1990 = 100 als Basis und ist größer als 100, wenn entweder mehr BIP bei gleichem Energieverbrauch im Vergleich zu 1990 erwirtschaftet wird oder weniger Energie bei gleichem BIP wie 1990 eingesetzt wird. Im Szenario liegt er durchgehend höher als in der Referenz. Im Jahr 2020 liegt der Indikator beispielsweise bei 195,35 in der Referenz und bei 202,97 im Szenario.

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch wird in Prozent gemessen und durch das Anwachsen der installierten Leistung durch Neuinstallationen einerseits und den Rückgang des Endenergieverbrauchs andererseits bestimmt. Da die Szenarien sich nicht in punkto EE-Ausbau unterscheiden, liegt die Vorteilhaftigkeit des Szenarios gegenüber der Referenz am Rückgang des Endenergieverbrauchs.

Abbildung 8: Nachhaltigkeitsindikatoren im Vergleich (Abweichungen zur Referenz in %)



Quelle: Eigene Berechnungen.

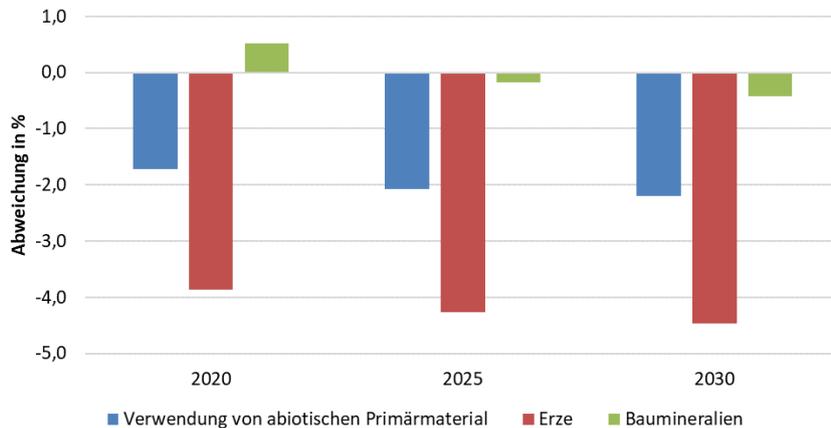
Zum Teilkomplex Generationengerechtigkeit gehört im Nachhaltigkeitsindikatorenset der Aspekt wirtschaftliche Zukunftsvorsorge. Dieser wird mit dem Verhältnis der Bruttoanlageinvestitionen zum BIP abgebildet und gemessen. Die Idee hinter diesem Indikator ist, dass Investitionen die Basis für zukünftiges mögliches unternehmerisches Handeln darstellen und den Kapitalstock definieren, mit dem in Zukunft produziert, aber auch beleuchtet, geheizt und transportiert wird. Daher haben die Bruttoanlageinvestitionen, zu denen „Bauten (Wohnbauten und Nichtwohnbauten), Ausrüstungen (Maschinen, Fahrzeuge, Geräte) und sonstige Anlagen (immaterielle Anlagegüter wie Software und Urheberrechte, Grundstücksübertragungskosten, Nutztiere) zählen“ (Destatis 2015), auf unterschiedliche Weise Einfluss auf die Transformation zur Green Economy. Einerseits führen Investitionen in effiziente Anlagen zu einer Reduktion des Energie- und Materialeinsatzes, andererseits führen neue Bauvorhaben zu einem verstärkten Materialverbrauch. Insgesamt überwiegen die Vorteile und so ist es Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, dass der Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt (die Investitionsquote) ansteigt. Die Bundesregierung hat im Koalitionsvertrag zur 18. Legislaturperiode angegeben, dass eine Gesamtinvestitionsquote angestrebt wird, die oberhalb des Durchschnitts der OECD liegt. Davon ist sie seit vielen Jahren weit entfernt. Um die Jahrtausendwende sank die Investitionsquote auf unter 20% und liegt damit drei bis vier Prozentpunkte unter dem OECD-Durchschnitt.

Das Szenario schließt diese Lücke bei weitem nicht vollständig, kann aber durchgehend etwa einen halben Prozentpunkt zusätzlich beisteuern.

Die Rohstoffproduktivität ist in ähnlicher Weise definiert als Verhältnis des preisbereinigten BIP zum eingesetzten abiotischen Primärmaterial, also allen aus der Natur entnommenen Rohstoffen ohne land- und forstwirtschaftliche Erzeugnisse. Der Anstieg der Rohstoffproduktivität vollzieht sich deutlich langsamer als bei der Energieproduktivität und auch die Differenz des Szenarios zur Referenz ist geringer, aber durchgehend positiv.

Auch der Indikator für die Treibhausgasemissionen in CO₂-Äquivalenten bezieht sich auf 1990. Allerdings ist Verbesserung hier in einem Rückgang des Indikators abgebildet, denn je geringer die THG auch im Vergleich zu 1990, desto besser ist dies für den Klimaschutz. Im Vergleich zur Referenz liegt der Indikator im Szenario nochmals deutlich tiefer und der Abstand wächst über den Beobachtungszeitraum an.

Abbildung 9: Rohstoffeinsatz im Szenario in prozentualer Abweichung zur Referenz



Quelle: Eigene Berechnungen.

Das Beratungsprogramm zur Rohstoffeinsparung bezieht sich im Szenario hauptsächlich auf Erze, daher geht der Einsatz hier auch deutlich zurück. Der Einsatz von Baumineralien liegt im Szenario bis 2020 höher als in der Referenz, bevor er in den Folgeperioden sinkt. Die Verwendung von abiotischem Primärmaterial geht bis 2030 um mehr als 2% zurück.

Bislang zeichnet sich ein positives Bild ab, wenn man die Veränderung von Größen auf dem Weg in eine effizientere Welt mit der Referenz vergleicht. Das BIP verläuft auf einem etwas höheren Pfad, die Umweltindikatoren zeigen in Richtung eines sparsameren, weniger verschmutzenden Umgangs mit der Natur und es sind mehr Personen beschäftigt als in der Referenz. Allerdings stellt sich die Frage ob es nur Gewinner gibt oder ob bestimmte Wirtschaftszweige negativ betroffen sind, während andere zulegen.

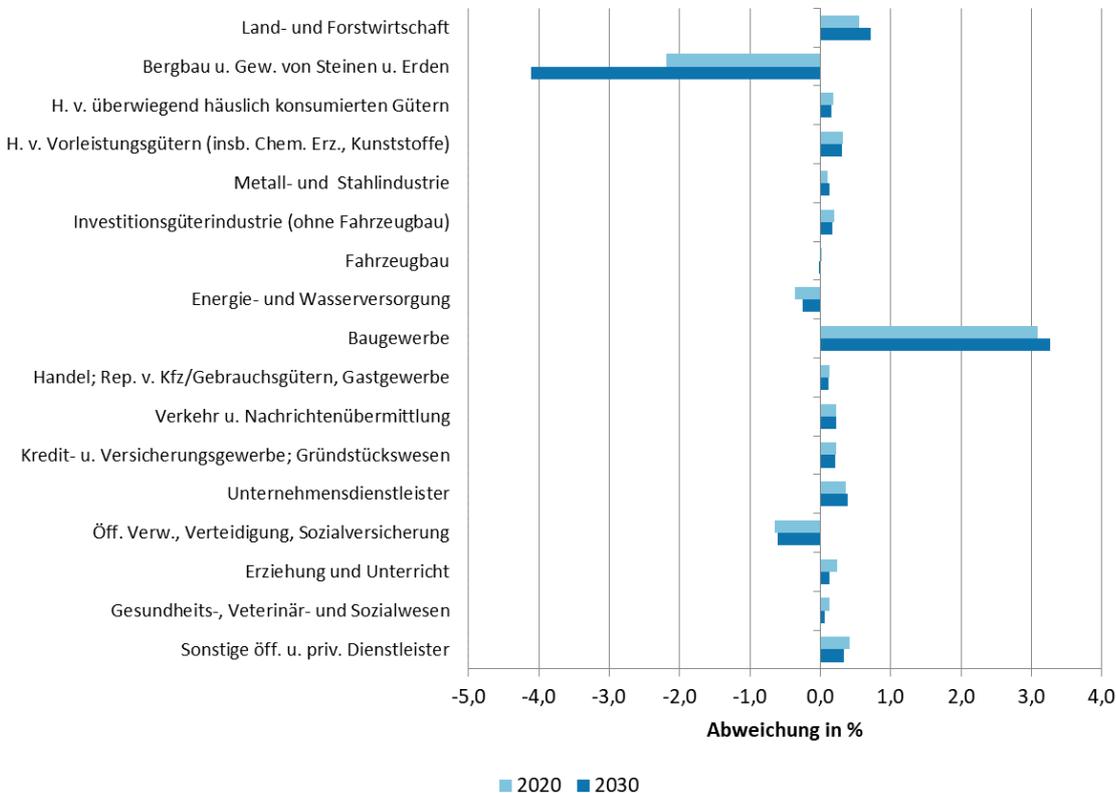
Sektorale Ergebnisse

Die Transformation zur Green Economy geht mit einem umfassenden Strukturwandel einher, der langfristig die meisten Wirtschaftsbereiche beeinflussen wird. Dabei sind die Wirtschaftszweige unterschiedlich betroffen. Verkürzt gesagt, wenn weniger Energie oder Rohstoffe eingesetzt werden, werden sich Unternehmen, die Energie oder Rohstoffe verkaufen, einem schrumpfenden Markt gegenüber sehen. Dies führt zu einem Beschäftigungsrückgang in diesem Tätigkeitsfeld, der jedoch durch eine Neuorientierung, etwa durch die Bereitstellung von Contracting-Dienstleistungen oder die Ausdehnung des Geschäftsfelds auf den Betrieb neuer Anlagen (im Energiebereich etwa EE-Anlagen oder im Materialbereich Recycling) kompensiert werden kann.

Abbildung 10 spiegelt das sektorale Bild der Beschäftigungseffekte wider. Die größten prozentualen Abweichungen entfallen auf die Gewinnung von Steinen und Erden, wo der Rückgang im Wesentlichen auf die Einführung der Primärbaustoffsteuer zurückzuführen ist, und auf die Bautätigkeit als Beschäftigungszunahme. In absoluten Größen wird deutlich, dass 3% Zunahme im Baugewerbe mit 55.000 Beschäftigten die 4%ige Abnahme, die sich in weniger als 2.000 Beschäftigte übersetzt, deutlich überkompensiert. Dienstleistungen gewinnen ebenso wie der Garten- und Landschaftsbau, der

bei der Verwendung der Primärbaustoffsteuer für anspruchsvolle Rekultivierung eine wichtige Rolle spielt.

Abbildung 10: Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario „Effizientere Welt“ in relativer Abweichung von der Referenz



Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Effekte in den industriellen Wirtschaftszweigen sind positiv, aber klein. In Kapitel 3 wurde bereits der Zusammenhang zwischen der Unterstützung beispielsweise des Übergangs zu einer effizienteren Welt im Inland und den Erfolgen auf den globalen Märkten für die hierzu eingesetzten Technologien erläutert. Um den kompletten Effekt einer Transformation hin zu energie- und materialeffizientem Wirtschaften abzubilden, werden daher im Folgenden dem Szenario die durch diesen Übergang ausgelösten zusätzlichen Exporte hinzugerechnet.

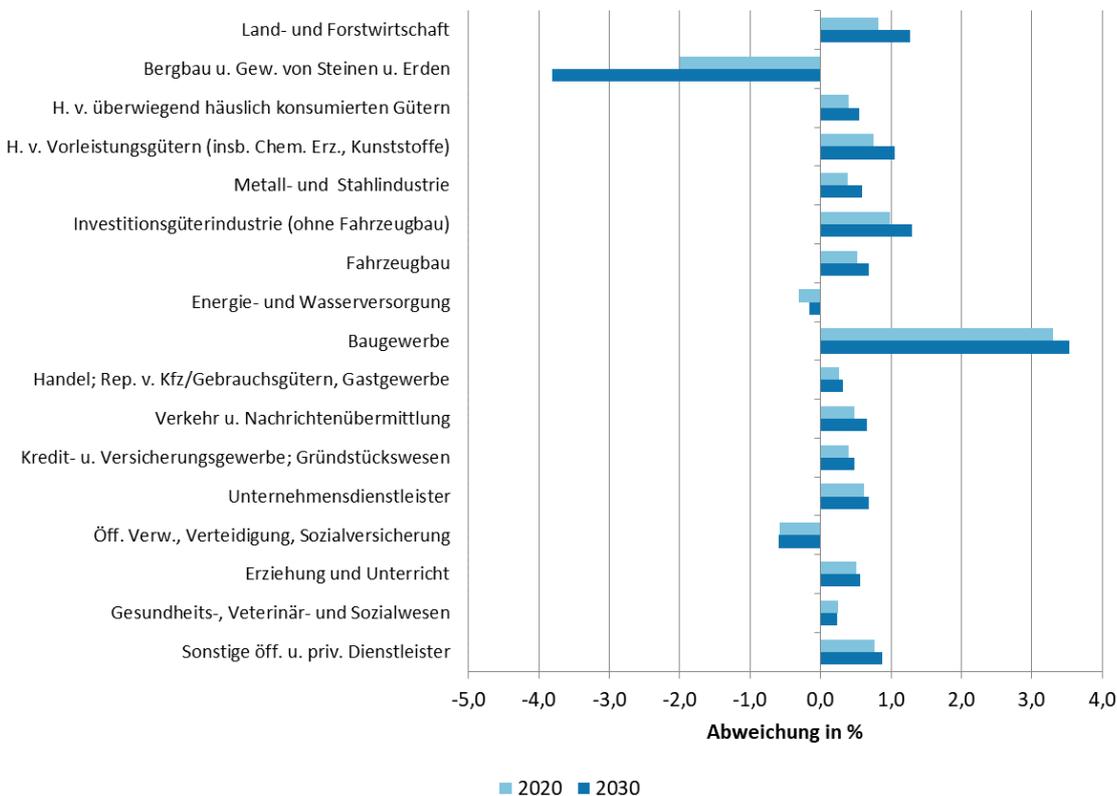
5.3 Beschäftigungswirkungen in den Exportszenarien

Insbesondere technologische Entwicklungen im Bereich energie- und materialeffiziente Ausrüstungen in der Industrie bieten zukünftige Exportchancen. Güter, die in Verbindung zur Steigerung der Energie- und Materialeffizienz stehen, werden hier im Kontext von Exportchancen analysiert. Im Rahmen der Exportszenarien (siehe Kapitel 3) sind primär die umweltschutzbezogenen Gütergruppen „Rationelle Energieverwendung“, „Mess-, Steuer- und Regeltechnik“, „Abfallwirtschaft“ und „Rationelle Energieumwandlung“ von Bedeutung. Die angesprochenen Zukunftstechnologie-Gütergruppen sind „Energieeffizienz“ und „Rohstoff- und Materialeffizienz“, daneben „Nachhaltige Wasserwirtschaft“, „Umweltfreundliche Energieerzeugung und Speicherung“ sowie „Nachhaltigere Mobilität“. Die mit dem Welthandelsmodell ermittelten zusätzlichen Exportchancen werden - wenn möglich - Schätzungen gegenübergestellt, die sich in der einschlägigen Literatur finden. Die zusätzlichen Exporte werden auf ihre Beschäftigungswirkung in PANTA RHEI untersucht.

In Kapitel 3 wurde eine Übersichtsmatrix entwickelt, die hilft, die Verknüpfung zwischen den Maßnahmenbündeln und dem jeweiligen Exportszenario zu illustrieren. Für die Wege in eine effizientere Welt stellt sich heraus, dass vor allem der Ausbau von Zukunftstechnologien sowie die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik diese Entwicklung unterstützt. Wie in Kapitel 3 ausführlich dargestellt wird, bestehen Wechselwirkungen zwischen dem heimischen Markt und den Erfolgen auf den Weltmärkten.

Insgesamt ist die Beschäftigung im Szenario „Effizientere Welt, Berücksichtigung von Exporten“ im Jahr 2020 um etwa 200.000 und im Jahr 2030 um über 225.000 höher als im Referenzszenario. Besonders spannend ist hierbei wiederum der Blick in die sektoralen Wirkungen, der nun auch für die Industriebereiche größere positive Beschäftigungseffekte aufzeigt als im Szenario ohne die zusätzlichen Exporte.

Abbildung 11: Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario „Effizientere Welt, Berücksichtigung von Exporten“ in relativer Abweichung von der Referenz

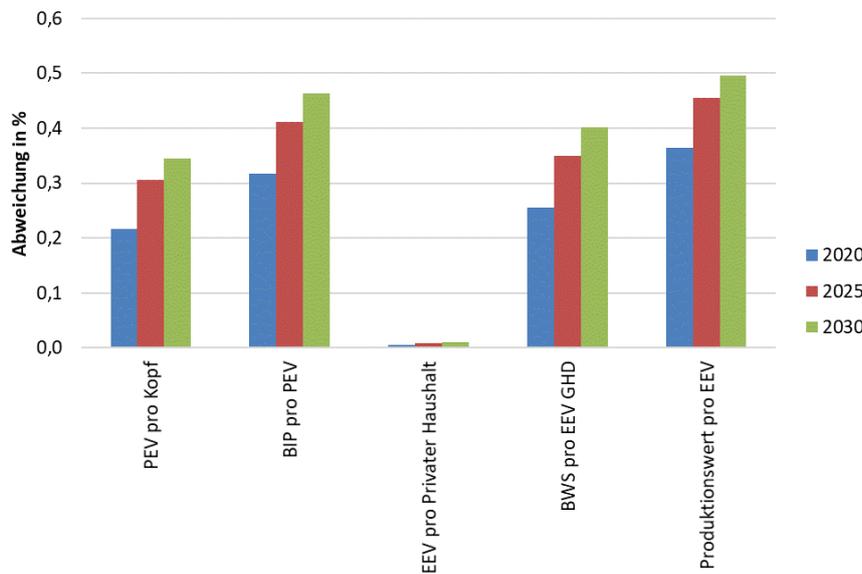


Quelle: Eigene Berechnungen.

Während die beiden größten Impulse unverändert fortbestehen, finden sich nun verstärkte Reaktionen in weiteren Bereichen. Bei der Herstellung von Investitionsgütern liegt die Beschäftigung mit rund 20.000 Beschäftigten um mehr als 1,2% höher als in der Referenz. Die Herstellung von Vorleistungsgütern profitiert mit rund 10.000 Beschäftigten. Vom vermehrten Handel profitiert natürlich auch der Verkehr, mit allen seinen Konsequenzen, aber auch mit einem Plus von 12.000 Beschäftigten oder mehr als 0,6% im Jahr 2030.

Dieser Effekt, aber auch die höhere wirtschaftliche Aktivität insgesamt lässt die Treibhausgasemissionen und den Energieverbrauch wieder leicht höher ausfallen als im zuvor diskutierten Szenario. Abbildung 12 zeigt die Auswirkungen der zusätzlichen wirtschaftlichen Aktivität auf die Effizienzindikatoren.

Abbildung 12: Energieverbrauchsindikatoren – prozentuale Abweichungen zwischen dem Szenario „Wege in eine effizientere Welt“ mit und ohne zusätzliche Exporte



Quelle: Eigene Berechnungen.

Der Primärenergieverbrauch (PEV) pro Kopf liegt im Exportszenario höher, weil zusätzliche Produktion auch zusätzlich Energie benötigt. Allerdings liegt auch das BIP je Energieeinheit höher, d. h., insgesamt wird die Produktion effizienter. Auch im GHD-Bereich, bezogen auf die Wertschöpfung (BWS) und im Produktionswert insgesamt sieht man diesen Effizienzfortschritt. Bei den Haushalten verändert sich wenig beim Energieverbrauch, da es zwischen den Szenarien keine unterschiedlichen Impulse für Haushalte gibt.

5.4 Nichthandeln

Autonomer Effizienzfortschritt kann in Reaktion auf steigende Weltmarktpreise, eine neue Fertigungstechnik oder neu verfügbare Materialien auf den Weltmärkten ausgelöst werden. Diese Entwicklungen sind nicht von der Reaktion auf Fördermaßnahmen zu trennen und in Szenarien nicht gut zu erfassen.

Betrachtet man jedoch die deutlichen zusätzlichen Beschäftigungsmöglichkeiten, die Verbesserung von allen Nachhaltigkeitsindikatoren, die Auswirkungen auf die privaten und staatlichen Budgets, dann führt ein Verzicht auf die Aktivitäten des Szenarios im Jahr 2030 deutlich weniger Beschäftigten, die in anspruchsvollen Tätigkeiten gearbeitet hätten, zu einer schlechteren Zielerreichung der Energiewende und zum weiteren Verfehlen der Klimaschutzziele und der Nachhaltigkeitsziele.

6 Effizienter, leiser und mit Strom – Nachhaltigere Mobilität

Mobilität gehört zu den Grundbedürfnissen der Bevölkerung und durch Luftschadstoffe und Treibhausgase, Flächenverbrauch und Lärm zu einem Themenfeld mit ausgeprägtem Handlungsbedarf auf dem Weg zu einer Green Economy. Allerdings ist dieses Themenfeld auch durch viele nicht-technische Maßnahmen zur Vermeidung und Verlagerung von Verkehr und Verbesserung dieses Verkehrs gekennzeichnet, die eher „weich“ sind, wie Fahrerschulungen, Kampagnen, Mobilitätsmanagement etc., und sich in makroökonomischen Modellen über die Effekte auf den Energieeinsatz hinaus nur bedingt abbilden lassen. In früheren Projekten für das UBA wurden bereits Verlagerungen im Pkw- und Lkw-Bereich von der Straße auf Schiene oder Nahverkehr modelliert (Lutz et al. 2011 im Projekt UBA PANTA RHEI; Drosdowski, Lutz 2014). Allerdings sind die Ergebnisse von Simulationen der durch entsprechende Verlagerungen ausgelösten Beschäftigungseffekte gering. Dies hat u. a. damit zu tun, dass für die unterschiedlichen Verkehrsträger im ökonomischen Datensatz (Input-Output-Tabellen) keine Trennung vorgenommen wird. Aber selbst bei Lösung dieser Datenprobleme sind von reinen Verlagerungen keine großen Beschäftigungswirkungen zu erwarten. Dagegen sind die Ökologische Steuerreform (und denkbare Erweiterungen bei Änderungen der Steuersätze auf Treibstoffe) mit deutlichen Beschäftigungseffekten verbunden.

6.1 Beschäftigung durch umweltorientierte Veränderungen im Verkehrssektor in der Literatur

Der Verkehr wirkt sich auf das Klima, die Umwelt und die Gesundheit in vielfältiger Form aus. Auch wenn „Pkw und Lkw heute im Durchschnitt pro Kilometer weniger Treibhausgase und Luftschadstoffe als noch 1995 emittieren und die kilometerbezogenen Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid im Schnitt bei Pkw um 12 Prozent, bei Lkw um 30 Prozent sanken“ (UBA 2015), liegen die Kohlendioxid-Emissionen im Straßengüterverkehr heute um 13 Prozent höher als 1995, weil die Verkehrsleistung deutlich angestiegen ist. Neben den Treibhausgasemissionen verursacht der Straßenverkehr Umweltschäden durch Emission von Luftschadstoffen und Gesundheitsschäden durch die Emission von gesundheitsschädlichen Stoffen und Lärm (UBA 2015).

Die Bundesregierung hat sich in ihrem Energiekonzept von 2010 das Ziel gesetzt, den Endenergieverbrauch im Verkehr bis 2020 um 10 % und bis 2050 um 40 % gegenüber 2005 zu senken. In den sieben Jahren bis 2012 wurde eine Minderung des Endenergieverbrauchs von gerade 1,1 % erreicht. Nach vorläufigen Angaben stieg der Energieverbrauch im Jahr 2013 wieder auf 2.612 PJ und lag damit über dem Niveau von 2005 (ebda.)

Zur Erreichung des Minderungsziels des Energiekonzepts sind in der Literatur vielfältige Vorschläge unterbreitet worden, die sich in eher technisch orientierte und nicht-technische Maßnahmen einteilen lassen. Zu ersteren gehören Beispiele wie die Erhöhung der Effizienz von Fahrzeugen und Antrieben, der Einsatz alternativer Kraftstoffe oder elektrische Antriebe sowie die Einführung verbesserter Abgasnachbehandlungssysteme, die Verbesserung der Aerodynamik, leichtere Fahrzeuge oder die Verbesserung der Laufeigenschaften von Reifen mit entsprechenden gesetzlichen Normen und Grenzwerten. Nicht-technische Maßnahmen zielen auf „nachhaltigeres Verkehrsverhalten seitens der Verkehrsteilnehmer, der Versender von Waren oder der Verkehrsunternehmen“. Nicht-technische Maßnahmen haben „Verlagerungs- und Veränderungsziele der Verkehrsnachfrage weg vom motorisierten Individualverkehr und hin zu umweltfreundlichen Alternativen, näheren Zielen oder nachhaltigeren Konsummustern“ (FhISI et al. 2013). In FhISI et al. 2013 findet sich auch eine umfassende Bewertung der ökonomischen Auswirkungen der nicht-technischen Maßnahmen. Neben den Umweltwirkungen werden die verschiedenen Kosten- und Nutzenkategorien für zukünftige Verkehrssys-

teme berücksichtigt. So werden die gesunkenen Krankheitskosten infolge von mehr Bewegung in einem Szenario mit mehr Radverkehr ebenso bewertet wie der zusätzliche Zeitaufwand, die veränderte Sicherheit im Straßenverkehr etc.

Beschäftigungswirkungen sind ebenfalls Teil der Analyse. Die Effekte der Szenarien sind klein, aber positiv. Zusätzliche Investitionen in die Infrastruktur sind der hauptsächliche Treiber der zusätzlichen Beschäftigung. „Die Schätzungen von zusätzlichen Investitionskosten in die Verkehrsinfrastruktur bewegen sich zwischen einer Mrd. Euro jährlich für Radwege und Fußgängerzonen, zwei Mrd. Euro für den Ausbau der ÖPNV-Systeme und zehn Mrd. Euro für die Schaffung von Anreizen zur Regionalisierung der Fahrziele im Personenverkehr („Stadt- und Region der kurzen Wege“). Letztere Maßnahme geht weit über den Verkehrsbereich hinaus, da hier stadt- und regionalplanerische Umgestaltungen in größerem Umfang unterstellt werden. Je nach Maßnahme fällt dieser Investitionsimpuls unterschiedlich hoch aus. Der Investitionsimpuls, der vorwiegend dem Bausektor zukommt, übersteigt den Rückgang der Investitionen in die Produkte der Automobilindustrie, der dort in Form von verringerter Fahrzeugnachfrage zu Buche schlägt“ (Fh-ISI et al. 2013).

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO 2014) hat die Beschäftigungswirkungen des Ausbaus des Radverkehrs untersucht und kommt zu der Aussage, dass ungefähr 76 600 Arbeitsplätze geschaffen werden könnten, wenn viele Städte denselben Anteil an Radverkehr am Straßenverkehr aufwiesen wie Kopenhagen. Wo diese Beschäftigung zu verorten ist und wie sie zustande kommt, ist einen näheren Blick wert.

Ausgangspunkt der WHO Überlegungen sind die gesundheitsschädigenden Wirkungen des Straßenverkehrs. Neben der Luftverschmutzung, die den Bewohnern von Ballungsgebieten in Europa neun Monate ihrer Lebenserwartung stiehlt, führt die WHO 120.000 Unfalltote und 70 Millionen Menschen in Europa an, die unter der Lärmbelastung in Ballungsgebieten leiden. Unter genau diesen Aspekten erweist sich der Radverkehr als gesundheitsförderlich, führt zu Bewegung und ist weitgehend lärm- und emissionsfrei. Zusammen mit der UN Wirtschaftskommission (UNECE) für Europa wurde eine Partnerschaft für die Untersuchung von Beschäftigungsmöglichkeiten in grünem und gesundem Transportwesen im Wirkungsbereich von UNECE gegründet. Die Definition von Green Jobs ist dabei an die Definition der Vereinten Nationen und der ILO angelehnt.

Beschäftigung durch den Ausbau des Fahrradfahrens wird für die USA mit mehr als einer Million Jobs beziffert, für Deutschland lassen sich knapp 280.000 Vollzeitäquivalente abschätzen, für Österreich 18.000 und für Frankreich 33.000. Diese Größenordnungen enthalten tief in die Wirtschaftsstruktur hineinreichende Effekte. Sie umfassen Dienstleistungen der Reparatur von Fahrrädern genauso wie Reiseveranstalter, Fahrradhersteller, den Ausbau von Radwegen, die Beschilderung, Werbung und Instandhaltung von Radwegen und Spill-over-Effekte in Gastronomie und Übernachtungen. Bike-Share-Systeme bringen neue Impulse in die Dienstleistungen, insbesondere in Paris und London sind sie in den letzten Jahren sehr erfolgreich gewesen und haben allein zu ca. 300 neuen Arbeitsplätzen je Programm geführt.

Amsterdam und Kopenhagen sind die radfahrorientiertesten Städte in Europa. In Kopenhagen werden 26% aller Wege mit dem Rad zurückgelegt, in Amsterdam sind es sogar 33% (Stand 2015, neuere Informationen für Kopenhagen deuten auf mehr als 50% aller Wege hin). Diese Fahrradtätigkeit in Kopenhagen beschäftigt 650 Menschen in der Fahrradindustrie allein und führt zu deutlich mehr Beschäftigung, wenn man Dienstleistungen etc. hinzunimmt (City of Copenhagen 2011, zitiert in WHO 2014). Der Ausbau des Radverkehrs geht einher mit lokaler Wertschöpfung, zumindest in der Bereitstellung und Pflege der Infrastruktur, der Reparatur, den Vermietungen von Fahrrädern und der Wertschöpfung durch Tourismus. WHO (2014) geht nicht in Details, wie die beschriebenen höheren Anteile des Radverkehrs am Straßenverkehr erzielt werden können.

Ein umfangreiches Forschungsvorhaben zur Beratung der Verkehrspolitik bezüglich der Weiterentwicklung des deutschen Verkehrssystems in Richtung grünerer Mobilität ist „Renewbility“, das mittlerweile in der dritten Phase der Untersuchungen angelangt ist. Phase I betonte den Blick auf die Stoffstromanalyse und die Bewertung von Szenarien über den direkten Einsatz von Energie und den Ausstoß von Luftschadstoffen und Treibhausgasen hinaus. Renewbility I entwickelt das Modellinstrumentarium und untersucht die Umwelteffekte eines Szenarios bestehend aus einer effizienteren Fahrzeugflotte (auch im Güterverkehr), erhöhtem ÖPNV Angebot, mehr E-Mobilität und einem größeren Anteil nachhaltig erzeugten Biokraftstoffs im Kraftstoffmarkt (Öko-Institut 2009). Renewbility II entwickelt die Szenarien weiter und schließt eine ökonomische Bewertung an. Die ökonomischen Anreize werden stärker ausdifferenziert und umfassen die Ausweitung des Angebots im ÖPNV, Emissionsstandards für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, Anstieg der Kraftstoffpreise und Umstellen der Mineralölsteuer auf Treibhausgaskomponenten, Tempolimit, Erhöhung und Ausweitung der Lkw Maut, Fahrerschulungen und die Förderung des Radverkehrs. Die ökonomischen Wirkungen auf BIP und Beschäftigung sind laut Studie „uneinheitlich“ (Öko Institut 2012). Während das BIP im Klimaschutzszenario durchgehend über dem des Basisszenarios liegt, ist die Beschäftigung im Jahr 2030 geringer im Klimaschutzszenario als im Basisszenario. Dies liegt an der starken Orientierung der Szenarien auf technische Lösungen. Im Klimaschutzszenario gewinnen laut Ökoinstitut 2013 „Sektoren mit hoher Arbeitsproduktivität an Bedeutung“. Renewbility III setzt den Schwerpunkt der Analyse auf Strom im Verkehr und verzahnt eine Vielzahl an Teilmodellen (vgl. Öko-Institut 2015), die die Verbraucherentscheidungen simulieren, sie zur Nachfrage nach Verkehrsträgern verknüpfen und in die Gesamtwirtschaft einbinden. Stoffstrommodellierung und Emissionsmodellierung ergänzen das Bild.

Zur E-Mobilität findet sich in der Literatur eine umfangreiche Diskussion. Als E-Fahrzeuge gelten dabei meist nicht nur rein batteriebetriebene Fahrzeuge, sondern auch Plug-in-Hybrid- und Range-Extender-Fahrzeuge. Studien zur Beschäftigungswirkung des Ausbaus der E-Mobilität stehen einerseits in Verbindung mit der vom Verkehrsministerium gestarteten Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE), andererseits werden sie in Zusammenhang mit Marktanalysen und von Industrieverbänden in Auftrag gegebenen Analysen thematisiert. Markt- und Potenzialstudien teilen sich häufig auf in die Komponenten Antriebsstrang (Valentine-Urbschat & Bernhart 2009, Spath et al. 2012, Schlick et al. 2011), Batterien (Schlick et al. 2011) und Infrastruktur (NPE 2011). Im Projekt ELAB (Auswirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf Beschäftigung und Standortumgebung) wird die Wirkung alternativer Antriebskonzepte am Beispiel einer Antriebsstrangproduktion analysiert. Dabei wird der Personalbedarf – unterteilt nach Teilkomponenten – für vier Marktszenarien idealtypisch abgeschätzt. Das Referenzszenario repräsentiert einen Systemwandel, der dadurch geprägt ist, dass unterschiedliche neue Antriebskonzepte mittelfristig parallel an Marktanteilen gewinnen. Beschäftigung wird dabei als stückzahlenbezogener Bedarf in einer idealtypischen Produktion behandelt. Diese idealtypische Produktion beträgt eine Mio. Antriebsstränge pro Jahr. Der Gesamtpersonalbedarf im Jahr 2030 ist für ein Brennstoffzellen-Szenario um 600 Personen höher als in der Referenz (Nettoeffekt +600). Für einen Entwicklungspfad mit mehr batteriebetriebenen Fahrzeugen fällt der Gesamtpersonalbedarf um ca. 1.000 geringer aus als in der Referenz. In einem konservativen Szenario, in dem sich rein elektrische Antriebe langfristig nicht durchsetzen und konventionelle und Hybrid-Antriebe dominieren, ist der Personalbedarf um 6.600 geringer als in der Referenz (Spath et al. 2012, S. 34). Die Gründe liegen in der unterschiedlichen Nachfrage nach Komponenten (Getriebe nach unterschiedlichen Technologien, Batteriesysteme etc.) in den unterschiedlichen Szenarien und in der unterschiedlichen Arbeitsintensität bei der Produktion dieser Komponenten.

Eine gesamtwirtschaftliche Perspektive wird dagegen im Marktmodell Elektromobilität (MMEM) eingenommen. Holtermann et al. (2011) präsentieren ein integriertes Marktmodell, in dem explizit politische Instrumente modelliert werden. Das Referenzszenario bildet die Marktanteile unterschiedli-

cher Antriebstechnologien bis 2050 ab. Die darin trendmäßig enthaltene Optimierung und Elektrifizierung der Antriebe führt bereits bis 2030 zu einer Halbierung der klimarelevanten Emissionen. Im Zentrum der Analyse steht eine gesamtgesellschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse bis 2025, die Nutzen und Kosten für Konsumenten, Produzenten, Umwelt und Staat bilanziert. Es zeigt sich, dass es nur wenige Instrumente gibt, die einen deutlichen Volumeneffekt haben und deren gesamter Nettotonutzen gleichzeitig positiv ist. Dazu tragen vor allem die Ausfälle an Staatseinnahmen im Bereich Energiesteuern bei. Die anderen Akteure/Sektoren profitieren teilweise stark. Zusätzlich zur Kosten-Nutzen-Analyse werden im volkswirtschaftlichen Kontext Beschäftigungseffekte für ein Beispielinstrument ausgewiesen. So führt die Einführung einer Marktprämie für Elektroautos kurzfristig u. a. durch den geringeren Wertschöpfungsanteil Deutschlands bei E-Fahrzeugen zu negativen Beschäftigungswirkungen in einer Größenordnung von ca. 1.000 Vollzeitstellen. Zwischen 2020 und 2030 dominieren die positiven Wirkungen durch den Aufbau und die Wartung der Ladeinfrastruktur (ca. 2.000 Vollzeitstellen).

Im zweiten Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität werden drei Szenarien zum Ausbau der Elektromobilität in Deutschland auf ihre gesamtwirtschaftliche Wirkung untersucht. Der vom NPE vorgeschlagene Maßnahmenmix („Realistisches Zielszenario“) führt bis zum Jahr 2020 zu ca. 21.500 Arbeitsplätzen mehr als in einem „passiven Szenario“, in dem Politik und Wirtschaft eher halbherzig vorgehen. Davon entfallen etwa 15.000 auf den Automobilssektor (Antrieb und Batterie) und ca. 3.500 auf den Aufbau und den Betrieb der Infrastruktur. Durch übergeordnete fiskalische Effekte entstehen weitere 3.000 Arbeitsplätze (NPE 2011). Die methodischen Grundlagen und detaillierten Szenarioannahmen sind in den Berichten nicht dargestellt.

Zu einer positiven Bewertung der Förderung der Elektrofahrzeuge kommt auch eine Nutzen-Kosten-Analyse von Baum et al. (2011). Im Kontext von unterschiedlichen Fahrprofilen (kritische Fahrleistung) und den spezifischen Nettokostensätzen unterschiedlicher Fahrzeuge werden in einem Best-Case-Szenario bis zum Jahr 2020 über 1,4 Mio. Fahrzeuge verkauft, die insgesamt 58 Mrd. km fahren. Neben Einsparungen der Nutzer werden auch Umweltkosten als Nutzen verbucht, so dass das Nutzen-Kosten-Verhältnis bei diesen Rahmenbedingungen durchschnittlich bei 1,6 liegt. Selbst unter schlechten Bedingungen (geringer Ölpreis und hohe Batteriekosten) liegt das Nutzen-Kosten-Verhältnis bis 2020 bei etwa 1,2, jedoch unter Nutzung von weniger Elektrofahrzeugen als im „best-case“. Beschäftigungseffekte werden jedoch nicht ausgewiesen.

Das Konzept Car-Sharing wird von Walz et al. (2001) bzgl. Beschäftigungswirkungen als positiv eingeschätzt. Im gesamtwirtschaftlichen Kontext sind die positiven Effekte in einem neuen Vermittlungssektor und im Bereich ÖPNV höher als die Rückgänge in der Pkw-Produktion. Diese Effekte ergeben sich aus dem Input-Output-Modell ISIS. In einem weiteren Szenario führen die Produktion von 500.000 Brennstoffzellenfahrzeugen bis zum Jahr 2020 und die entsprechende Substitution in der Pkw-Flotte auch zu einem positiven Beschäftigungseffekt. Unter Berücksichtigung der Steuerausfälle bei der Mineralölsteuer könnte der Nettoeffekt leicht negativ ausfallen (Walz et al. 2001, S. 186). Der verwendete Modell- und Analyseansatz für die erwähnten Szenarien berücksichtigt nur Preis- bzw. Kostenannahmen und keine gesamtwirtschaftlichen Preis- oder Kreislaufeffekte.

Die Beschäftigungswirkung neuer Entwicklungen und Konzepte für eine nachhaltigere Mobilität wird in den betrachteten Studien im gesamtwirtschaftlichen Kontext wenig differenziert betrachtet bzw. ausgewertet. Aus den häufig vorgenommenen Kosten-Nutzen-Analysen lassen sich Wirkungen auf Beschäftigung nicht direkt ableiten. Steigende Marktanteile von Brennstoffzellenautos werden besonders positiv bewertet, da die Potenziale für die inländische Wertschöpfungskette groß sind. Für steigende Anteile von batteriebetriebenen Fahrzeugen steht der Ausbau der Infrastruktur positiv zu Buche. Kritische Parameter wie die Importanteile von Komponenten in der Zukunft (z. B. Batteriesysteme) werden jedoch selten im Detail untersucht oder nicht modelliert.

6.2 Nettobeschäftigung durch nachhaltigere Mobilität

6.2.1 Treiber und Rahmenbedingungen

Im Szenario der nachhaltigeren Mobilität als Beitrag zur Green Economy spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. In der Entwicklung bis heute bestimmen die spezifischen Verbräuche der Neufahrzeuge und die Zugänge neuer effizienter Fahrzeuge eine den Energieverbrauch insgesamt dämpfende Rolle; sinkende Verbräuche sind die erste Säule des Szenarios. Sinken die Kraftstoffpreise, nutzt das alles nichts und der Treibstoffverbrauch insgesamt steigt wieder an. Steigen die Kraftstoffpreise, ist der Anreiz, einen sparsameren Pkw zu kaufen, wenn gerade eine Ersatzinvestition ansteht, deutlich höher. E-Mobilität ist die zweite Säule in diesem Szenario. Das Ziel der Bundesregierung (Jahre 2020 und 2030) kann mit den bisher ergriffenen Maßnahmen nicht erreicht werden. Der Wandel des Fahrzeugparks und die dafür notwendigen Maßnahmen wirken auf unterschiedliche Weise auf die Volkswirtschaft. Vor dem Hintergrund der Überlegungen zur Nettobeschäftigung sind die technologischen Entwicklungen besonders interessant, weil die Produktion von Elektrofahrzeugen eine andere Vorleistungsstruktur aufweist und somit der Beschäftigungsimpuls zusätzlicher Nachfrage sich auf andere Wirtschaftszweige überträgt als bisher. Die Maut kann sich vorteilhaft für die Umwelt auswirken, da Logistikkonzepte, die eine Minimierung von Leerfahrten zum Ziel haben, an Bedeutung gewinnen. Weiterhin könnte die Maut einen Anreiz für die Verlagerung von Güterverkehr von der Straße auf die Schiene darstellen.

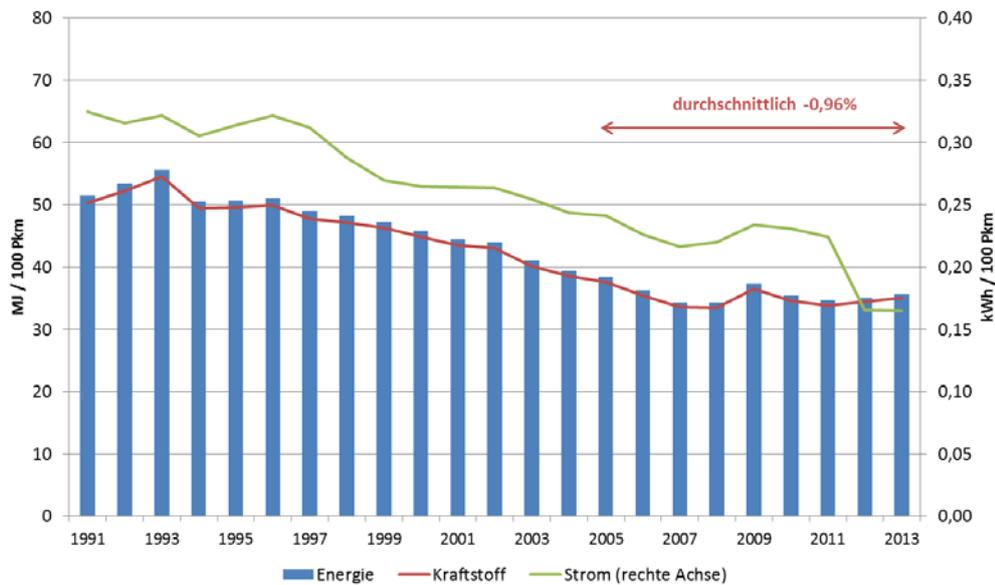
6.2.2 Beschreibung des Szenarios zur nachhaltigeren Mobilität

6.2.2.1 Ausgangsdaten – Energieverbrauch Straßenverkehr

Zu einer nachhaltigen Mobilität tragen Einsparungen im Straßenpersonenverkehr erheblich bei. Diese Einsparungen können einerseits durch die Reduktion des Treibstoffverbrauchs der neu zugelassenen Pkw erreicht werden, andererseits durch die Reduktion der Fahrleistung der Fahrzeuge. Die in den EG-Verordnungen Nr. 443/2009 und Nr. 510/2011 geregelten Emissionsnormen sehen eine systematische Reduktion der CO₂-Emissionen der auf dem europäischen Markt verkauften Neufahrzeuge vor. Ziel ist es, bis zum Jahr 2021 die Emission der Pkw-Neuwagenflotte auf 95 CO₂ g / km zu reduzieren. Dies entspräche einem Rückgang der spezifischen Emissionen der Pkw-Neuwagen von über 40% gegenüber dem Jahr 2005. Diese regulatorischen Maßnahmen werden – unabhängig von ihrer genauen Ausgestaltung – nur einen geringen Beitrag dazu leisten, dass der Endenergieverbrauch des Verkehrs in Deutschland insgesamt im gleichen Zeitraum um 10% zurückgeht, so wie es das Energiekonzept vorsieht. Langfristig soll eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 40% bis zum Jahr 2050 erreicht werden.¹⁴

¹⁴ Bei einer linearen Interpolation ergibt sich ein Zwischenziel von -20% im Jahr 2030.

Abbildung 13: Entwicklung der Energieintensität des Personenverkehrs insgesamt



Quelle: AG Energiebilanzen 2014.

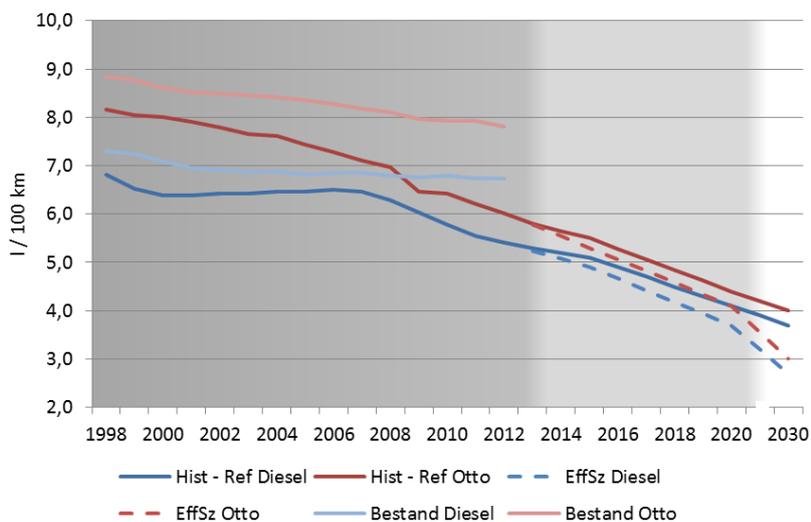
Bis zuletzt stagnierte der Endenergieverbrauch oder stieg sogar noch leicht an. Angesichts weiter steigender Verkehrsleistungen im Güter- und Personenverkehr reichte die Reduktion der Energieintensität des gesamten Verkehrssektors von durchschnittlich etwa 1% für einen Rückgang des Endenergieverbrauchs nicht aus. Auch eine Reduktion der Verbräuche der Pkw-Neuzulassungen gemäß der EG-Verordnungen auf 3,7 l Diesel und 4,2 l Benzin pro 100 km wird bei einer Nutzungsdauer von 8 bis 12 Jahren den durchschnittlichen Verbrauch des Pkw-Bestandes bis 2020 nicht ausreichend stark beeinflussen.

6.2.2.2 Reduktion der Verbräuche der Pkw-Neuzulassungen im Modell

In der Referenz wird das Ziel der Verordnung (EG) Nr. 443/2009 im Jahr 2015 erreicht, jedoch im Jahr 2020 verfehlt. Anschließend erfolgt eine Reduktion des Neuwagenverbrauchs pro 100 km auf 4 l Benzin bzw. 3,7 l Diesel im Jahr 2030. Das Szenario zur nachhaltigen Mobilität unterstellt, dass diese Werte auf 3 l Benzin und 2,7 l Diesel zurückgehen und auch im Jahr 2021 die Vorgaben von 95 CO₂ g / km erreicht werden. Generell wird unterstellt, dass die Reduktionen sowohl durch technische Weiterentwicklungen des Antriebs als auch durch die vermehrte Neuzulassung von sparsameren – häufig auch kleineren – Fahrzeugen erreicht werden kann. Ferner wird vom realen Verbrauch abstrahiert und der Kraftstoffverbrauch ergibt sich aus einem festen, treibstoffabhängigen Verhältnis zu den CO₂-Emissionen (KBA 2011, S. 6).

Die Verbraucher entscheiden sich autark für effizientere Fahrzeuge, ein spezielles Anreizprogramm ist bislang nicht vorgesehen. Die Einsparungen gehen ins allgemeine Budget des privaten Haushalts, refinanzieren also zu einem Teil die zusätzlichen Anschaffungskosten. Diese Annahme wird durch eine aktuelle Studie von Held & Haubach (2015) gestützt. Die aus den Energieeinsparungen frei werdenden Mittel werden darüber hinaus zu allen Konsumzwecken eingesetzt, für die die Haushalte vorher ihr Einkommen eingesetzt haben. Eine Veränderung der Konsumstruktur wird nicht unterstellt, da hierfür keine empirischen Belege vorliegen.

Abbildung 14: Veränderung der Durchschnittsverbräuche von Pkw im Bestand bis 2014 und Normverbräuchen von Neuzulassungen bis 2014 sowie Szenarienannahmen bis 2020/2030



Quelle: KBA 2014, BMVBS 2013, eigene Berechnungen¹⁵.

6.2.2.3 Ausgangsdaten – Einsatz von elektrischen Antrieben in Personenkraftfahrzeugen

Der verstärkte Einsatz von elektrischen Antrieben in Personenkraftfahrzeugen gilt als eine Maßnahme, die Energiebasis im Verkehrssektor stärker zu diversifizieren und Potentiale für die direkte Nutzung erneuerbarer Energien zu erschließen. Mit dem Ersetzen des klassischen Verbrennungsmotors durch alternative Antriebe sollten Wege zu mehr Effizienz und regenerativen Energien erleichtert werden. Zukünftig könnten Fahrzeugbatterien als Stromspeicher systemdienliche Leistungen in einem regenerativen Strommarkt erbringen und unter aktuellen Rahmenbedingungen in Deutschland ist die Treibhausgas-Bilanz eines E-Fahrzeugs über den gesamten Lebenszyklus vergleichbar mit einem aktuellen Dieselfahrzeug und wird zukünftig voraussichtlich vorteilhaft sein (Helms et al. 2016). Ein Erreichen von mehr Flexibilisierung bei der Verwendung von fluktuierenden Energiequellen sowie eine höhere Energieeffizienz kann als gesichert gelten, so dass elektrische Antriebe als Teil der Energiewende gesehen werden und ein Beitrag auf dem Weg zur Green Economy unterstellt werden kann.¹⁶

Auf Grundlage des Energiekonzepts und der Nationalen Plattform Elektromobilität lassen sich Ziele für den Bereich „E-Mobilität“ ableiten. Bis zum Jahr 2020 soll ein Bestand von 1 Mio. E-Fahrzeugen erreicht werden, im Jahr 2030 sollen es 6 Mio. sein. Als E-Fahrzeuge gelten in diesem Kontext und auch innerhalb der modellgestützten Analysen die folgenden Antriebsarten:

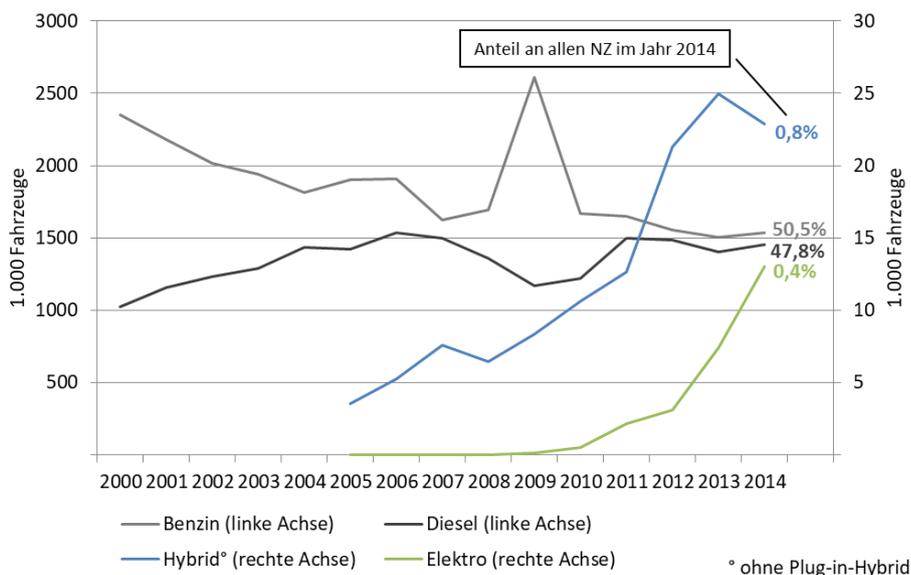
¹⁵ Vor dem Hintergrund des Abgasskandals im Herbst 2015 ist darauf hinzuweisen, dass bereits in den historischen Zahlen bis 2014 das zunehmende Auseinanderlaufen von offiziell deutlich sinkenden Durchschnittsverbräuchen der Neuzulassungen (laut KBA, Testzyklus) und tatsächlichen (nahezu stagnierenden) Flottenverbräuchen pro gefahrenen Kilometer immer deutlicher wird. Wenn es nicht gelingt, zügig realitätsnahe Verbrauchstests einzuführen, so dass die Neuwagen die EU-Ziele im Betrieb auf der Straße einhalten, sind die Energieverbrauchsziele im Verkehrsbereich nicht mehr zu erreichen und die hier dargestellten Szenarien und die dahinterliegende Energierferenzprognose viel zu optimistisch.

¹⁶ Die Etablierung Deutschlands als Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität wird als zentrales Ziel zunehmend stärker hervorgehoben (vgl. BMWi 2014b S. 119).

- ▶ Rein batteriebetriebene Fahrzeuge,
- ▶ Batteriebetriebene Fahrzeuge mit Range Extender und
- ▶ Plug-in Hybridelektrofahrzeuge.

In Deutschland wurden seit dem Jahr 2005 bis Ende 2014 nur etwa 26.000 Fahrzeuge mit diesen Antrieben zugelassen¹⁷. In der Referenz erreicht der Anteil der E-Fahrzeuge am Pkw-Bestand bis zum Jahr 2020 mit ca. 530.000 einen Wert von etwa 1,2%, bis zum Jahr 2030 erreicht der Bestand 3,2 Mio. (7,2%). Voraussetzung für diese Bestandzahlen in der Zukunft (Referenz) ist ein kontinuierlicher Anstieg des Anteils an den Neuzulassungen auf über 12% im Jahr 2030.

Abbildung 15: Entwicklung der Neuzulassungen von Pkw für eine Auswahl an Kraftstoffarten in Tsd. Fahrzeuge sowie Anteil an den gesamten Neuzulassungen im Jahr 2014



Quelle: KBA 2014, BMVBS 2013, eigene Berechnungen.

6.2.2.4 Modellierung – Einsatz von elektrischen Antrieben in Personenkraftfahrzeugen

Im Szenario zur nachhaltigen Mobilität steigt der Neuwagen-Marktanteil der E-Fahrzeuge in Deutschland bis 2030 auf über 21%. Damit wird das Ziel der Bundesregierung von 6 Mio. E-Fahrzeugen im Jahr 2030 erreicht und auch das Zwischenziel für 2020 ist erfüllt. Die unterschiedlichen Entwicklungen in der Referenz und im Szenario zur nachhaltigen Mobilität sind Teil eines grundlegenden, in der Intensität unterschiedlich starken Wandels in den Neuzulassungen. Die Szenarien lehnen sich an die Entwicklungen in der Energierferenzprognose an und unterstellen eine Diversifizierung in den Antriebstechnologien. Es wird erwartet, dass über längere Zeit unterschiedliche Antriebstechnologien (sowohl auf den Verbrennungsmotor basierte als auch elektrifizierte) nebeneinander zur Anwendung kommen, da sich eine Leittechnologie in diesem Markt noch nicht eindeutig herausgebildet hat.

¹⁷ Plug-in-Hybrid-Antriebe werden erst seit dem Jahr 2012 separat ausgewiesen und sind entsprechend erst ab dann enthalten.

Tabelle 26: Verschiebung in den Neuzulassungen und im Bestand in der Referenz und unter Ausbau der Elektromobilität

Pkw / Fahrzeuge	2012	2020 Ref	2020 Szenario	2030 Ref	2030 Szenario
Neuzulassungen (Tsd.)					
Diesel	1760	1600	1460	1300	1130
Benzin	1840	1530	1320	1060	1130
Gas	20	110	170	330	310
Hybrid	25	90	190	310	430
E-Fahrzeuge	4	140	330	430	740
Sonstige (u.a. Brennstoffzelle)	0	0	0	3	4
Anteil E-Fahrzeuge	0,1%	4,0%	9,6%	12,4%	21,5%
Bestand (Mio.)					
Diesel	12,4	14,7	14,1	13,2	11,6
Benzin	29,8	27,3	26,4	22,8	19,8
Gas	0,5	1,1	1,4	2,9	3,3
Hybrid	0,1	0,7	1,2	2,3	3,6
E-Fahrzeuge	0,0	0,5	1,2	3,2	6,1
Sonstige (u.a. Brennstoffzelle)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von Prognos/EWI/GWS 2014.

In der modellgestützten Analyse werden zwei grundlegende Wirkungsdimensionen berücksichtigt: die Wirkungen auf den privaten Konsum und die Wirkungen durch veränderte Produktionsstrukturen in der Wertschöpfungskette des Fahrzeugbaus.

Im Szenario zur nachhaltigen Mobilität werden im Jahr 2030 mit 6,1 Mio. Fahrzeugen fast doppelt so viele E-Fahrzeuge in Gebrauch sein wie im Referenzszenario. Auch wenn Benzin und Diesel in beiden Szenarien den Treibstoffverbrauch dominieren, so macht sich doch eine Verschiebung im privaten Konsum bemerkbar. Es wird weniger Otto- und Dieselmotoren verbraucht, und mehr Strom. Das bedeutet eine Verschiebung innerhalb der Konsumverwendungszwecke und damit auch der Endnachfrage nach Gütern. Im Wirtschaftskreislauf sind Raffinerien und Tankstellen mit einer reduzierten Nachfrage konfrontiert, während Energieversorger und Stromerzeuger mehr produzieren müssen. Im Szenario zur nachhaltigen Mobilität wird das Konsumbudget im Bereich Treibstoffe deutlich entlastet und die gesamte Volkswirtschaft muss weniger importieren. Die Einsparungen, die sich nach der Umbuchung von Treibstoffen zu Strom zusätzlich ergeben, werden über alle anderen Verwendungszwecke verteilt.

Fast zwei Drittel der in Deutschland zugelassenen Neuwagen sind von deutschen Herstellern. Selbst wenn man die meist dynamischere Entwicklung von elektrischen Antrieben auf den Weltmärkten außer Acht lässt, wird der Wandel in den deutschen Neuzulassungen mit einer Veränderung der Produktionsprozesse in der Automobilindustrie einhergehen. Besonders relevant sind zwei Aspekte, die beim Vergleich eines Verbrennungsmotors mit einem Elektromotor hervorstechen: die verringerte Bedeutung von Getrieben und Lagern sowie die Notwendigkeit von speziellen Batterien in Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb. Die im Modell PANTA RHEI integrierte Input-Output-Tabelle, die Produktionstechnologien abbildet, ist ein geeigneter Ansatzpunkt, um diese Veränderungen zu berücksichtigen. Die Kostenstruktur des Fahrzeugbaus ist jedoch davon geprägt, dass 35% der Vorleistungen aus dem Fahrzeugbau selbst kommen, da die Herstellung von Motoren, Getrieben, Karosserien und Rädern auch zum Wirtschaftszweig gehören. Um den Eingriff in die Kostenstrukturen angemessen durchzuführen, müssen einige Fragen behandelt werden:

- ▶ Wird sich der Materialaufwand des Fahrzeugbaus – als in sich verwobener Industriezweig – erhöhen oder gar verringern?
- ▶ Wird der Fahrzeugbau zusätzliche Inputs direkt von der Branche der Elektrotechnik benötigen oder verwendet er direkt die Materialien beispielsweise für eine Batterie?¹⁸
- ▶ Ist die Elektrotechnikbranche fähig, größere Teile der Wertschöpfungskette des Fahrzeugbaus zu übernehmen, oder werden sich neue Strukturen bzw. Branchen ergeben?
- ▶ Muss ein größerer Anteil von Vorleistungen aus dem Ausland bezogen werden?

Die Analyse dieser oder ähnlicher Fragestellungen ist nicht Ziel dieser Studie. Ziel ist es vielmehr, Grundzüge von zu erwartenden Verschiebungen in der Vorleistungsstruktur zu erfassen und dabei möglichst plausible, aber auch vereinfachende Annahmen für die Szenarien zu treffen. Die Input-Output-Tabelle als generalisiertes Abbild von Produktionsstrukturen und als Ergebnis von Klassifizierungs- und Berechnungsrichtlinien soll dabei nicht überstrapaziert werden. Für die erste Frage ist zu beantworten, ob man per Annahme Teile der Wertschöpfung im Fahrzeugbau auf andere Wirtschaftsbereiche verschieben will. Im Kern geht es darum zu entscheiden, ob der Fahrzeugbau durch den Wandel direkt positiv betroffen sein wird, etwa dadurch, dass er verringerte Vorleistungen hat oder mehr Vorleistungen liefern muss. Die vereinfachte Annahme ist, dass das Verhältnis zwischen Vorleistungseinsatz und Bruttowertschöpfung im Fahrzeugbau im Szenarienvergleich im Wesentlichen unverändert bleiben soll (Annahme 1). Mit steigendem Anteil an E-Fahrzeugen an den Neuzulassungen steigt der Anteil der Vorleistungen aus dem Bereich „Elektrotechnik“ und der Anteil aus dem Fahrzeugbau selbst geht zurück. Es wird also angenommen, dass der Fahrzeugbau Teile wie das Batteriesystem, den Elektromotor überwiegend von der Branche „Elektrotechnik“ beziehen muss und im Gegenzug weniger Motoren und Getriebe an sich selbst liefern muss (Annahme 2). Verschiebungen in den eingesetzten Primärmaterialien (Stahl für den Verbrennungsmotor gegen Grundstoffchemie für die Batterie) sind über die hinterlegten Inputkoeffizienten in den Vorketten abgebildet. Damit muss auch angenommen werden (Annahme 3), dass die Elektrotechnikbranche in Zukunft jene Rolle übernimmt, die man ihr nach der derzeitigen Klassifizierung zuordnet. Das setzt voraus, dass sich eine Sparte („Electronic Automotive“) herausbildet, die fähig ist, ihre Kapazitäten als Automobilzulieferer zu erweitern.¹⁹ Es wurde unterstellt, dass der Importanteil bei Vorleistungen aus dem Bereich Elektrotechnik überproportional steigt. Das bedeutet, dass der Rückgang der inländischen Vorleistungsnachfrage für Produkte des Fahrzeugbaus immer stärker oder gleich stark ist wie der Zuwachs

¹⁸ Die WZ-Gliederung ordnet jegliche elektronische Bauteile für die Fahrzeuge (also auch die klassische Autobatterie) dem WZ „Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u. Ä.“ zu. Entsprechend wäre diese Verschiebung außerhalb der Definition der WZ2003.

¹⁹ Im Jahr 2007 betrug der Inputkoeffizient ca. 3,5%, für die Metallindustrie insgesamt betrug der entsprechende Wert ca. 10%.

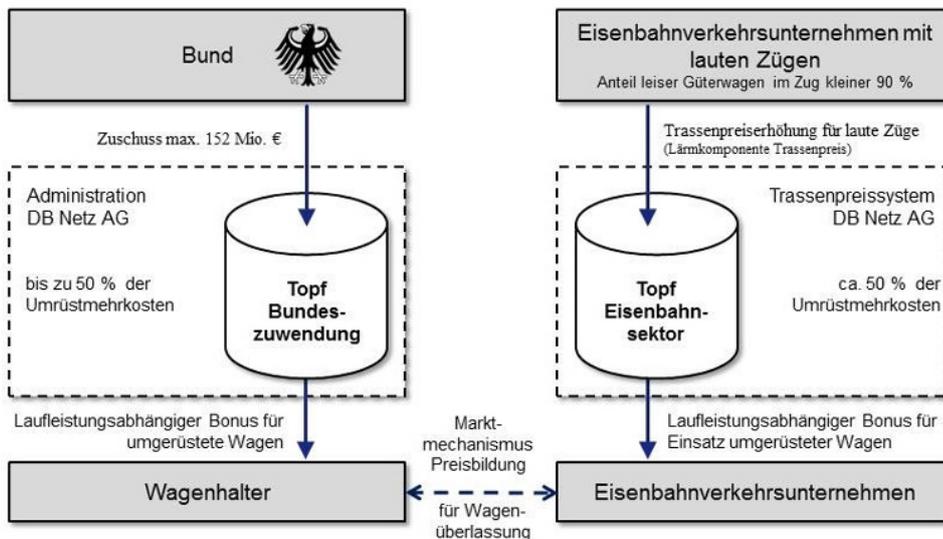
bei der Elektroindustrie. Der leicht verringerten Stellung Deutschlands im Weltmarkt von Hochenergie- oder Hochleistungsbatterien wird damit Rechnung getragen.

Eine weitere Wirkungsdimension würde sich ergeben, wenn man Annahmen zu den Mehrkosten der E-Mobilität explizit in den Szenarien berücksichtigen würde. Diese Mehrkosten betreffen Investitionen in Infrastruktur und zusätzliche Ausgaben der Endverbraucher dadurch, dass Fahrzeuge gekauft werden, auch wenn sich der Kauf im Vergleich zu anderen Fahrzeugen (noch) nicht lohnt. Die Erfassung der zuletzt genannten Mehrausgaben erfordert eine gesonderte Analyse zu den Fahrprofilen und den Differenzkosten zwischen konventionellen Fahrzeugen und elektrischen Antrieben. So sind E-Fahrzeuge für manche Fahrprofile schon heute wirtschaftlich, für andere werden sie auch im Jahr 2030 voraussichtlich noch nicht günstiger sein (vgl. Fh-IAO et al. 2012). Aufgrund der Komplexität, die sich zusammen mit den Annahmen zu den Einsparungen ergibt, wurden entsprechende Mehrkosten-Entwicklungspfade nicht im Modell integriert. Sie werden bei der Auswertung der Ergebnisse jedoch mitgedacht, sind ihre Wirkungen doch grundlegend proportional positiv auf Wertschöpfung und Beschäftigung in den betroffenen Sektoren. Ähnliches gilt für zusätzliche Investitionen in die Infrastruktur.

6.2.2.5 Ausgangsdaten – Reduktion von Lärmbelastung

Verkehr wirkt auf weitere Umweltfelder schädigend ein. Die Reduktion von Lärmbelastungen zählt zu den weniger beachteten Handlungsfeldern der Green Economy. Knapp 2,5 Mio. Personen in Deutschland werden durch Straßenverkehrslärm stark (>65dB(A)) belastet, fast 1 Mio. Personen werden insbesondere durch Schienenverkehrslärm beeinträchtigt. Betrachtet man speziell die Nachtbelastung, so ist die Anzahl der durch Schienenverkehr stark belasteten Personen doppelt so hoch (UBA 2015). Die Umrüstung von Güterwagen von Grauguss- auf Verbundstoffbremssohlen gilt als wichtigste Maßnahme für die Reduktion von Lärmemissionen im Schienengüterverkehr. Durch das „Lärmabhängige Trassenpreissystem“ (LaTPS) wird den Eisenbahnverkehrsunternehmen ein laufleistungsabhängiger Bonus für umgerüstete Güterwagen auf den Trassenpreis gewährt. Die Bonussumme wird durch einen Trassenpreisaufschlag für „laute“ (nicht umgerüstete) Güterzüge gegen finanziert. Parallel fördert der Bund die Umrüstung der Güterwagen durch einen laufleistungsabhängigen Zuschuss an die Wagenhalter („Förderprogramm zur Umrüstung der Güterwagen“). Beide Teile dieses dualen Systems zur Förderung der Wagenumrüstung sind bis 2020 befristet. Bis dahin sollen alle Wagen umgerüstet sein und die Lärmemission des Schienengüterverkehrs um die Hälfte reduziert sein (BMVBS 2009).

Abbildung 16: Das System der lärmabhängigen Trassenpreise im Schienengüterverkehr



Quelle: BMVI 2015.

Die Umrüstung der Bremsen von Graugusssohle auf LL-Sohlen kann durch das duale Förder-/Anreizsystem zu bis zu 100% finanziert werden. Für die Umrüstung können durch die Bundesförderung bis zu 211 Euro pro Achse beantragt werden. Diese Zuschüsse sollen bis 2020 nicht über 152 Mio. Euro hinausgehen. Die Höhe bereits ausgezahlter Bundeszuwendungen ist nicht bekannt. Die Lärmkomponente auf den Trassenpreis beträgt im Jahr 2015 +2%, im Jahr 2013 lag sie bei 1%. Die Summe der Boni für den Einsatz von umgerüsteten Wagen, der aus diesem Aufschlag finanziert wird, betrug 3,7 Mio. Euro im Jahr 2013 und 7,4 Mio. im Jahr 2014. Der Aufschlag von derzeit (2015) 2% soll sukzessive erhöht werden, um das 2020-Ziel von 100% umgerüsteten, „leisen“ Trassenkilometern zu erreichen. Auf dem Weg zu diesem Ziel wirkt LaTPS nur flankierend (BMVBS 2009). Auf dem deutschen Schienennetz verkehren rund 180.000 Güterwagen, wovon knapp 26.000 Wagen mit Verbundstoffsohlen fahren (Deutscher Bundestag 2015). Diese haben im Jahr 2014 ca. 28 Mio. von 234 Mio. Trassenkilometer absolviert. Nur ein kleiner Teil der „leisen“ Wagen waren im Jahr 2014 nach Angaben des Verbands alte umgerüstete Wagen, die meisten jedoch neue „leise“ Wagen (VPI 2015).

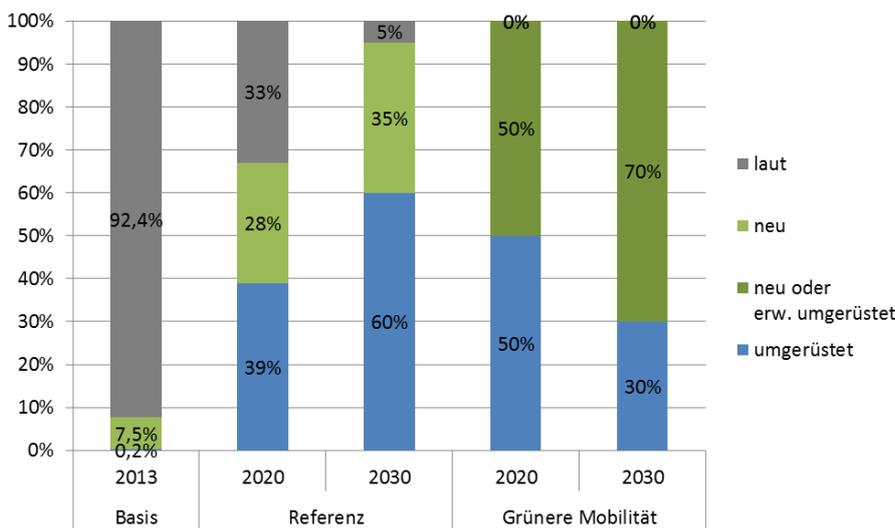
Es gibt verschiedene Kritikpunkte bzgl. des lärmabhängigen Trassenpreissystems. Die Wagenhalter kritisieren, dass höhere Wartungskosten, die bei den Verbundstoffbremssohlen im Vergleich zu den Graugussbremssohlen anfallen, nicht abgegolten werden. Zusätzlich wird moniert, dass Neuanschaffungen nicht entsprechend gefördert werden, falls alte Güterwagen dadurch ersetzt werden. Eine Modernisierungsprämie für Güterwagens wird daher häufiger ins Gespräch gebracht. (DVZ 2015). Andererseits wird das Ausmaß der Umweltwirkung als zu gering eingestuft. Falls im Jahr 2021 fast alle Trassenkilometer mit leisen Güterwagen gefahren werden, bedeutet dies nicht zwangsläufig eine Reduktion der Lärmemissionen um die Hälfte. Die Erreichung dieses Zielwerts (bzw. die Art seiner Messung) wird angezweifelt.

6.2.2.6 Modellierung – Reduktion von Lärmbelastung

Um die Wirkung eines Anreiz- und Förderungssystems wie LaTPS zu untersuchen, muss ein Transformationsprozess innerhalb der Güterwagenflotte und entsprechenden Trassenkilometern abgebildet werden. Im Jahr 2013 beträgt der Anteil der leisen Trassenkilometer ca. 8%, darunter ein kleiner Teil, der mit nachgerüsteten Bremsen fährt. In der Referenz wird davon ausgegangen, dass das LaTPS zwar angewendet wird, jedoch nicht zu einer ausreichenden Nachrüstung alter Güterwagen führt. Der Anteil der leisen Trassenkilometer steigt von 67% im Jahr 2020 auf etwa 95% im Jahr 2030. Der Großteil dieser Trassenkilometer wird dabei von nachgerüsteten Güterwagen absolviert. Im Szenario

zur nachhaltigen Mobilität wird das Ziel von 100% leisen Trassenkilometern ab dem Jahr 2020 erreicht. Zudem wird die Steigerung des leisen Anteils bis zum Jahr 2020 zur Hälfte durch neue Güterwagen und erweiterte Umrüstungen erreicht. Neuanschaffungen und der Ersatz größerer Bestandteile des Fahrgestells ermöglichen die Implementation von Bauteilen wie optimierte Drehgestelle oder Absorber am Radsatz (vgl. Verbundprojekt „Leiser Zug auf realem Gleis“). Diese und andere Technologien können die Lärmentwicklung zusätzlich reduzieren (L Zar G 2009). Der erhöhte Anteil an Trassenkilometern mit neuen oder erweitert nachgerüsteten Wagen im grünen Szenario wird durch die zusätzliche Einführung einer Modernisierungsprämie erreicht. Diese wird ausgezahlt, wenn bei einer Neuzulassung die Verschrottung eines alten Güterwagens nachgewiesen wird bzw. wenn das gesamte Fahrwerk eines bestehenden Güterwagens so nachgerüstet oder ausgetauscht wird, dass Werte deutlich unter TSI-Noise erreicht werden. Bis zum Jahr 2030 kommt es in diesem Kontext zusätzlich zu einer erweiterten Nachrüstung von Wagen, in denen zuvor nur die Bremsen nachgerüstet wurden.

Abbildung 17: Verteilung der Trassenkilometer auf unterschiedliche technische Zustände der Güterwagen in der Referenz und dem Szenario zur nachhaltigen Mobilität



Quelle: Eigene Berechnungen.

Parallel zu diesem Mengengerüst der Trassenkilometer werden die zusätzlich erhobenen Trassenentgelte (Aufschläge für laute Wagen) und ausgezahlten Bonuszahlungen für die Nachrüstung ermittelt. Im grünen Szenario kommt es zu einer Erhöhung des Aufschlagsatzes auf über 15% bis zum Jahr 2019/2020. Die daraus in den Jahren 2013 bis 2020 insgesamt generierten Einnahmen entsprechen etwa dem Maximum der Fördersumme seitens des Bundes von 152 Mio. Euro. Danach gibt es keine Einnahmen mehr, da es keine „lauten“ Trassenkilometer gibt. In der Referenz hingegen werden bis zum Jahr 2020 insgesamt nur etwa 70 Mio. Euro umgelegt. Das LaTPS wird weitergeführt und erreicht mit Aufschlagsätzen bis 6% im Jahr 2030 ein ähnlich hohes kumulatives Aufkommen wie im grünen Szenario im Jahr 2020.

Durch den Umlagecharakter von LaTPS sind die Wirkungen im gesamtwirtschaftlichen Kontext sehr geringfügig. Durch die Umrüstung der Güterwagen werden Investitionen getätigt. Diese werden zu 50% finanziert durch höhere Abgaben im Eisenbahn-Transportsektor und zu 50% aus staatlichen Zulagen. Die Investitionen führen zu höherer Güternachfrage, die aber teilweise durch Importe gedeckt wird. Gleichzeitig wirken die Investitionen leicht preissteigernd. Der Preisauftrieb im Eisenbahn-Transportsektor wird durch die Zuschüsse gedämpft.

Die Modernisierungsprämie wird nur im grünen Szenario eingeführt und beträgt 5.000 Euro je Wagen. Damit werden im Zeitraum 2013 bis 2020 44 Mio. Euro pro Jahr ausgezahlt, im Zeitraum 2021 bis 2030 sind es ca. 22 Mio. Euro.

Annahmegemäß deckt die Prämie die Investitionen zu 20%. Das bedeutet, dass eine Standardinvestition mit Prämienanspruch 25.000 Euro beträgt. Diese Summe wird als Ausrüstungsinvestition im Sektor Schienengütertransport wirksam. 5.000 Euro werden als Subvention im Jahr der Investition abgegolten. Die Ausrüstungsinvestitionen wirken wie oben im LaTPS-Kontext beschrieben. Der Unterschied besteht darin, dass der Prämie und auch der Gesamtinvestition direkt keine Abgabe gegenübersteht. Die Finanzierung muss entsprechend in einem weiteren Kontext diskutiert werden.

6.2.2.7 Ausgangsdaten – Erhöhung der Lkw-Maut

Seit dem 1. Januar 2005 werden Einnahmen aus der streckenbezogenen Gebühr für die Benutzung von Autobahnen durch schwere Lkw (Lkw-Maut) erhoben. Die nach Abzug der Systemkosten und der Ausgaben für Harmonisierungsmaßnahmen verbleibenden Mauteinnahmen werden seit dem Haushaltsjahr 2011 nur noch zur Finanzierung von Bundesfernstraßenmaßnahmen verwendet. Im Bundeshaushalt 2015 sind die Anpassungen der Lkw-Mautsätze infolge des neuen Wegekostengutachtens (2. Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes) sowie die im 3. Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes vorgesehene Ausweitung der Lkw-Maut auf weitere rund 1.100 km Bundesstraßen (ab 1. Juli 2015) und auf Lkw ab 7,5 t zulässiges Gesamtgewicht (ab 1. Oktober 2015) berücksichtigt.

Nach Bundeshaushaltsplan 2015 werden die Einnahmen aus der Lkw-Maut 2014 und 2015 etwa in Höhe der knapp 4,4 Mrd. Euro aus dem Jahr 2013 bleiben. Einerseits gehen die verschiedenen Mautsätze im Durchschnitt bis Herbst 2015 gegenüber 2014 etwas zurück. Andererseits steigt durch die Ausweitung der Maustrecken auf Bundesstraßen das Aufkommen. Für das Jahr 2016 ist für den Haushaltsplan ein Soll von 4,6 Mrd. Euro vermerkt, was einer Steigerung um 4 bis 5% gegenüber den Einnahmen in den Vorjahren entspricht.

6.2.2.8 Modellierung – Erhöhung der Lkw-Maut

Die Mautsätze setzen sich seit 2015 aus einem Infrastrukturkostenanteil abhängig von der Achszahl (12,5 bis 13,1 ct/km) und einem Luftverschmutzungsanteil nach Emissionsklassen (0 bis 8,3 ct/km) zusammen. Damit ergeben sich die aktuellen Mautsätze zwischen 12,5 und 21,4 ct/km. Die Berechnungen aus UBA (2015) zeigen jedoch, dass die durch den Straßengüterverkehr hervorgerufenen Schäden mehr umfassen als die Luftverschmutzung. Allein für Umwelt-, Gesundheits- und Unfallkosten liegen für Lkw die Grenzschadenskosten zwischen 9,6 und 25,1 ct/km. Hinzu kommen die Wegekosten von bis zu 13,7 ct/km auf Bundesautobahnen und bis zu 29,3 ct/km auf Bundesstraßen, die aktuell schon mautpflichtig sind (UBA 2015, S. 8) Mit Blick auf langfristige Politikziele zeigt aber z. B. das Forschungsvorhaben Renewbility II (UBA-Texte 84/2013, Zimmer et al. 2013), dass eine deutliche Anhebung der Lkw-Maut auf 50 ct/km bis 2030 und eine Ausweitung auf alle Straßen sowie auch auf kleinere Lkw Teil einer ambitionierten Klimapolitik im Verkehrsbereich sein muss (Zimmer et al. 2013). Daher wird im Szenario der effizienteren, leiseren und umweltverträglicheren Mobilität ein Mautsatz von 33 ct/km für 2030 eingestellt.

Das Aufkommen aus der Lkw-Maut wird nach Abzug der Systemkosten (Toll-Collect) von rund 700 Mio. Euro und Kompensationszahlungen für das Güterverkehrsgewerbe von 600 Mio. Euro jährlich aktuell ausschließlich zur Finanzierung von Bundesfernstraßen verwendet. Mit der Luftverschmutzungskomponente wird der Kauf neuer Lkw angeregt, die die Euro-Klasse 6 einhalten, die bei Partikel- und NO_x-Emissionen gegenüber Euro 5 deutlich strenger ist.

Im Szenario wird im Folgenden auch weiterhin in die Straßeninfrastruktur investiert, denn der Erhalt und die Ertüchtigung von Brücken oder bestehenden Fernstraßen sind mit dem Übergang zur Green

Economy durchaus vereinbar. Das zusätzliche, höhere Aufkommen aus der Maut wird jedoch im Szenario für weitere Verwendungszwecke, etwa die Verbesserung der Fahrradinfrastruktur ausgegeben.

6.2.2.9 Ausgangsdaten – Verbesserung der Radinfrastruktur

Zu den positiven Auswirkungen eines höheren Anteils des Radverkehrs am Straßenverkehr finden sich die weiter oben beschriebenen Quellen in der Literatur. Unabhängig von der bislang nicht eindeutig gelösten Frage eines passenden Anreizsystems für mehr Fahrten mit dem Rad ist unbestritten, dass eine verbesserte Radinfrastruktur diesen verstärkten Radverkehr positiv unterstützen wird. Die Ertüchtigung und der Ausbau des Radwegenetzes werden daher im Szenario als ein Verwendungszweck der zusätzlichen öffentlichen Einnahmen aus der Lkw-Maut gedacht. Dabei muss der Zusammenhang kein direkter sein, bei dem gesetzlich die Verwendung der Mittel festgelegt wird. Vielmehr können die zusätzlichen Einnahmen der Lkw-Maut Mittel befreien, die ohne diese Einnahmen für andere Zwecke, beispielsweise den Fernstraßenbau bereitgestellt werden müssten.

Bundes-, Landes- und Kreisstraßen verfügen im Durchschnitt zu 23% über Radwege. Diese Radwege können ganz unterschiedlich ausgestaltet sein. Die teuerste Variante ist ein Fahrweg in jeder Richtung, der vom motorisierten Verkehr durch einen Schutzstreifen getrennt ist, gefolgt von einem Zweirichtungsfahrweg, ebenfalls vom motorisierten Verkehr getrennt. Mehrzweckstreifen, entweder auf der Fahrbahn oder auf dem Bürgersteig sind die günstigere Lösung. Die Ausgestaltung von Radwegen wird regelmäßig durch die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) in den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) veröffentlicht, zuletzt in FGSV (2010).

6.2.2.10 Modellierung – Verbesserung der Radinfrastruktur

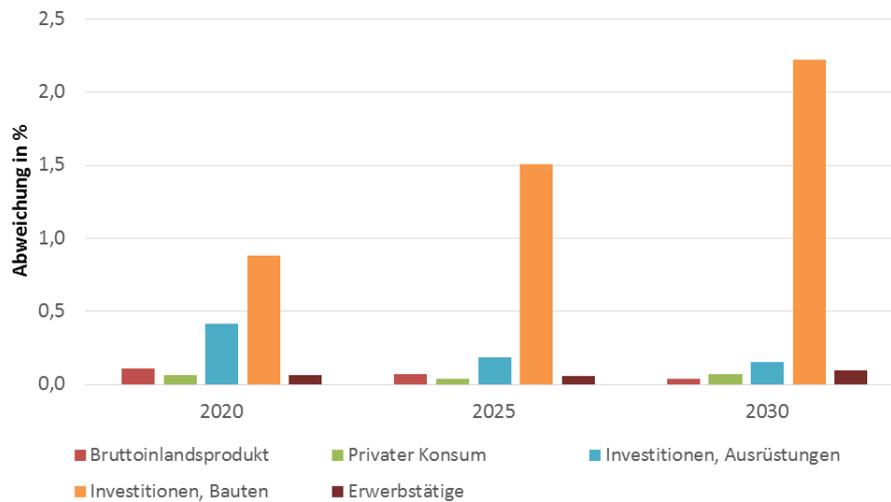
Im Szenario wird auf eine Erhöhung des Anteils an Bundes-, Landes- und Kreisstraßen mit Radwegen auf 50% gezielt. Damit die Hälfte dieser Straßen Radwege aufweist, müssen 0,5 bis 0,75 Mrd. Euro pro Jahr in die Radinfrastruktur investiert werden.

Auch durch die Verbesserung der Radwege und weitere, im Szenario nicht näher spezifizierte Fördermaßnahmen und verbesserte Bedingungen werden im Szenario im Jahr 2020 zusätzlich 14,4 Mrd. Kilometer mehr mit dem Rad zurückgelegt. Angesichts der mehr als 900 Milliarden Personenkilometer im motorisierten Individualverkehr scheint dies ein durchaus zumutbarer Modal Shift zu sein.

6.2.3 Wirtschaftliche Auswirkungen entlang des Wegs zu einer grüneren Mobilität: Gesamtwirtschaft, Beschäftigung und Nachhaltigkeit

Im Vergleich zum Effizienzscenario ist die gesamtwirtschaftliche Wirkung einer effizienteren, „elektrischeren“, leiseren und zusätzlich radverkehrgeförderten Mobilität auf das Bruttoinlandsprodukt gering. Der BIP-Effekt ist mit +0,1% im Jahr 2020 und +0,05% jedoch durchgehend positiv. Auch in diesem Szenario dominieren Bauinvestitionen die Wirkungen. Die durch das Mautaufkommen generierten Einnahmen fließen zu einem Großteil in die Erhaltung und Ertüchtigung des Straßennetzes und den Ausbau des Radverkehrsnetzes und sind damit Bauinvestitionen. Die erhöhten Ausrüstungsinvestitionen sind überwiegend auf die Maßnahmen im Schienengüterverkehr zurückzuführen. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sind die im Szenario unterstellten Entwicklungen im Bereich des individuellen Personenverkehrs nur in einem etwas erhöhten privaten Konsum feststellbar. Die Treibstoffersparungen bewirken hier ein etwas höheres Niveau. Die Abweichung in der Beschäftigung ist durchgehend positiv und steigt kontinuierlich an. Die Erhöhung der Lkw-Maut – gekoppelt mit der Investition eines Großteils der zusätzlichen Einnahmen – wirkt hier am stärksten, gefolgt von den Effekten durch die effizienteren Pkw und den höheren Anteil elektrischer Pkw. Insgesamt beträgt die Größenordnung des Nettobeschäftigungseffekts zwischen +20.000 (2020) und +30.000 (2030).

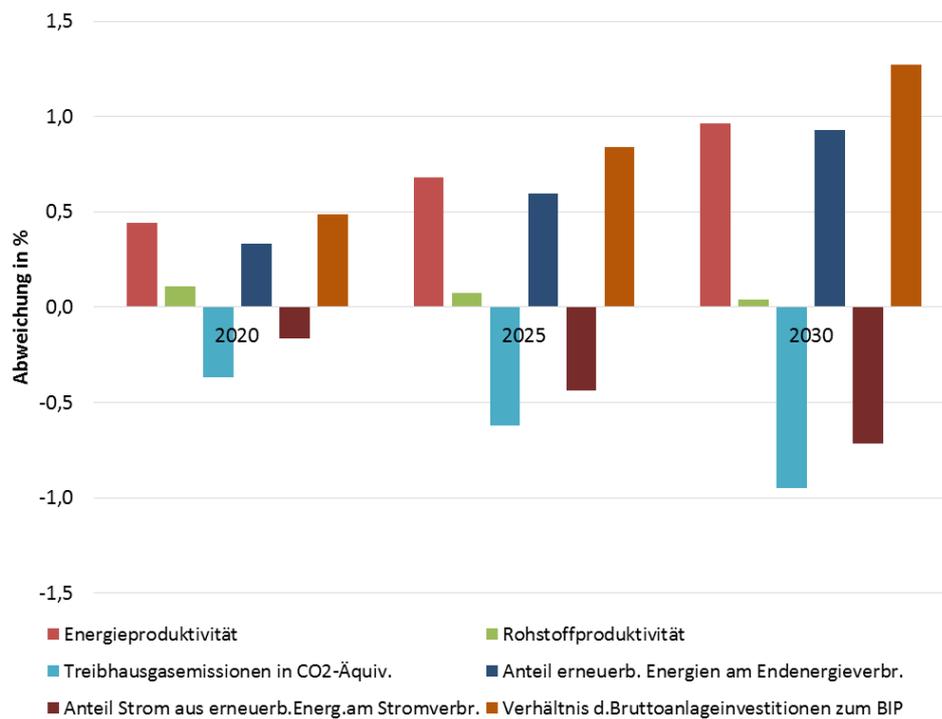
Abbildung 18: BIP, Investitionen, Konsum und Beschäftigung im Szenario zur nachhaltigen Mobilität – Prozentuale Abweichung von der Referenz



Quelle: Eigene Berechnungen.

Bereits die im Szenario angelegten ersten Schritte zu einer grüneren Mobilität führen zudem zu positiven Wirkungen auf die Nachhaltigkeitsindikatoren (Abbildung 19, relative Abweichungen zur Referenz). Die Energieproduktivität nimmt bis zum Jahr 2030 um über 1% zu, die Treibhausgasemissionen gehen um knapp 1% zurück. Im Szenario ist auch die Investitionsquote zum Ende des Betrachtungszeitraumes um rund 1,2% höher. Der Strom gewinnt als Energieträger an Bedeutung hinzu, sodass rechnerisch der Anteil der erneuerbaren Energien, der in der Stromerzeugung recht hoch ist, bezogen auf den Endenergieverbrauch insgesamt im Verkehrsszenario höher ist als in der Referenz. Da jedoch am Ausbau erneuerbarer Energien in diesem Szenario nichts verändert wird, sinkt der Anteil der EE im nun höheren Stromverbrauch.

Abbildung 19: Nachhaltigkeitsindikatoren im Vergleich (Abweichungen zur Referenz in %)



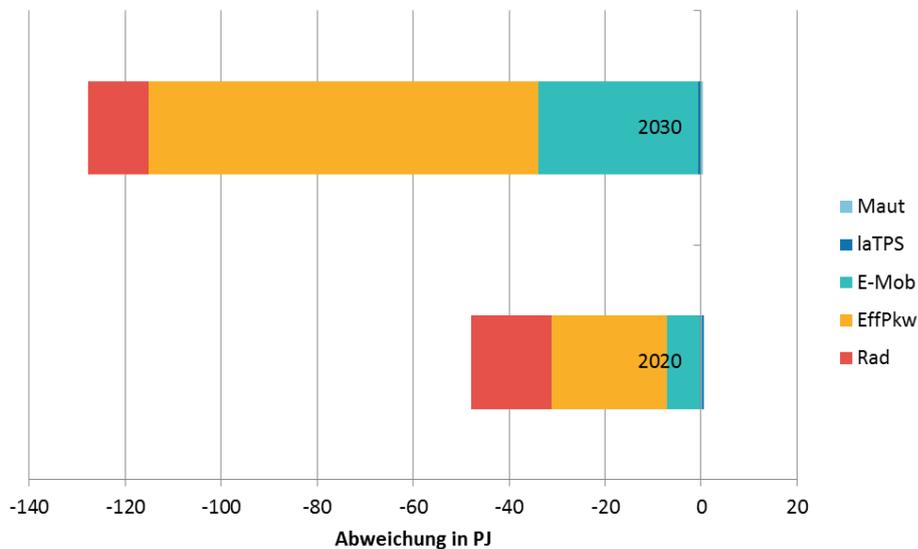
Quelle: Eigene Berechnungen.

Die meisten Maßnahmen in diesem Szenario zielen auf die Senkung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen. Abbildung 20 gibt einen Überblick über den Rückgang des Energieverbrauchs im Szenario und die Aufteilung auf einzelne Treiber dieses Rückgangs. Es zeigt sich, dass die technischen Maßnahmen so angelegt sind, dass es eine Zeit dauert, bis der technische Fortschritt sich im Bestand durchgesetzt hat. Hierzu zählt der Ausbau der Elektromobilität ebenso wie der Umstieg auf effizientere Pkw. Im Szenario findet der Umstieg auf effiziente Pkw oder auf elektrisch betriebene Pkw im Rahmen der ohnehin geplanten Ersatzinvestitionen in einem bestimmten Zyklus statt und es dauert eine Zeit, bis sich die innovativen Antriebe im Bestand durchsetzen.

Die Einsparungen durch den Radverkehr sind im Jahr 2020 im Vergleich zu 2030 sogar höher, da sie eine mit ineffizienteren Fahrzeugen zurückgelegte Wegstrecke ersetzen. Die Verlagerung auf die Schiene hat nur in geringem Ausmaß stattgefunden und wird auch mit der geplanten Ausgestaltung nicht viel stärker unterstützt. Hier sind weitere Faktoren hemmend, die über die relativen Preise der Verkehrsträger hinausgehen.

Koppelt man allerdings die Mautzahlung an den CO₂-Ausstoß, so würden im Ersatzzyklus die Entscheidungen zu den sparsameren Fahrzeugen positiv beeinflusst und es würde sich langfristig eine effizientere Fahrzeugflotte im Güterverkehr einstellen. Das Szenario unterstellt jedoch zunächst nur die höhere Abgabe und generiert vorrangig Mittel, die für umweltentlastende Verkehrsträger, wie etwa das Fahrrad, zum Teil eingesetzt werden.

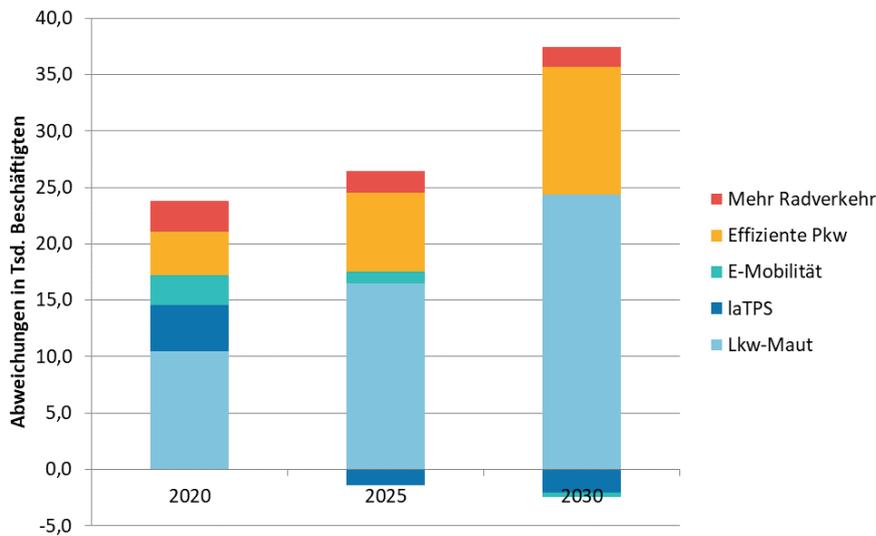
Abbildung 20: Abweichungen des Energieverbrauchs im Vergleich zur Referenz, absolute Abweichungen in Tj



Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Nettowirkungen des Szenarios spiegeln die verschiedenen Einflüsse auf die Produktion, den Konsum, die Nachfrage nach Konsumgütern und die zusätzlichen Investitionen wider sowie die Veränderungen der relativen Preise durch die Maut und die Modernisierungsprämie für leisere Güterwagons. Die Zuordnung in Abbildung 21 stellt dabei eine Zuordnung zu einer Kombination von Einzeleffekten dar. Sie ist ein Ergebnis von Sensitivitätsanalysen, also Einzelberechnungen für die Maßnahmen. Die Summe der Teileffekte ergibt entsprechend nicht das Gesamtergebnis für das Szenario zur nachhaltigen Mobilität, da Wechselwirkungen nicht berücksichtigt sind. So enthält der mit Lkw-Maut überschriebene Effekt bereits die Bilanz aus dämpfendem Preiseffekt und belebendem Investitionseffekt. Das Aufkommen der Maut wird im Straßen- und Radwegebau eingesetzt, und resultiert in knapp 25.000 Beschäftigten in der Bilanz. Auch der Impuls der anderen Teilaspekte des Verkehrsszenarios ist überwiegend positiv. Die zusätzlichen Investitionen durch das erweiterte LaTPS sind vor allem kurzfristig höher, so dass dämpfende Preiseffekte bereits bis 2030 Teile der positiven Impulse für Beschäftigung kompensieren. Zusätzliche E-Autos führen zu abnehmenden Vorleistungsbezügen und teilweise zu zunehmenden Importen. Wie weiter oben ausführlich beschrieben, kombiniert die Modellierung technisch determinierte Veränderungen der Vorleistungsstruktur mit den bestehenden Stärken und Schwächen der Wirtschaftszweige, beispielsweise im Bereich der Herstellung von Batterien und anderen elektrotechnischen Komponenten eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs.

Abbildung 21: Auswirkungen der Maßnahmen im Verkehr auf die Beschäftigung insgesamt, absolute Differenz von der Referenz als Ergebnis von Sensitivitätsrechnungen

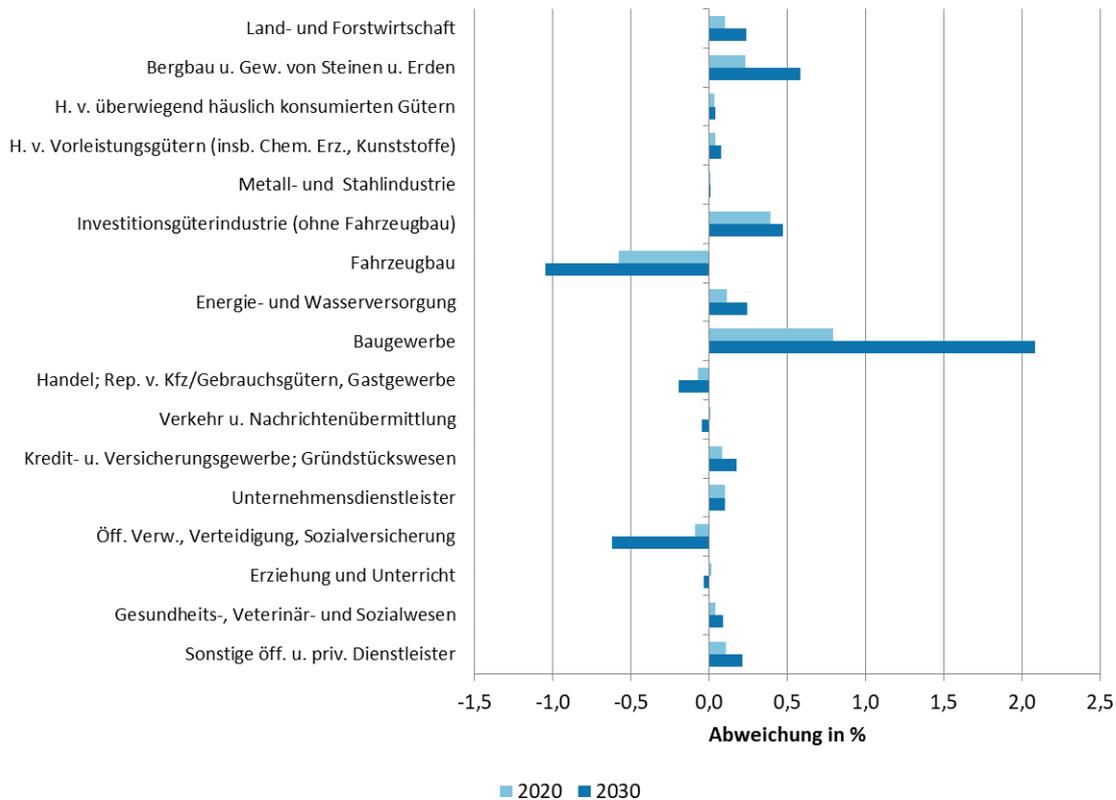


Quelle: Eigene Berechnungen.

Zum Verständnis der detaillierteren Wirkungen in den Wirtschaftszweigen weist Abbildung 22 die sektoralen Beschäftigungseffekte aus. Große, positive und zunehmende Abweichung der Beschäftigung im Vergleich zur Referenz findet sich in der Bauwirtschaft. Die zusätzliche Nachfrage dort wirkt sich auf die Vorleistungen dieses Sektors aus, sodass die Beschäftigung im Steine-Erden-Sektor auch höher liegt als in der Referenz.

Die Gruppe der Hersteller von Investitionsgütern baut durch die zusätzliche Vorleistungsnachfrage nach Elektrotechnik im Zuge der E-Mobilitäts-Forcierung Beschäftigung auf. Insbesondere auf lange Sicht stehen diesen positiven Abweichungen deutlich höhere Verluste in der Automobilbranche selbst gegenüber. Durch die etwas erhöhte Stromnachfrage durch mehr E-Fahrzeuge kann die Energieversorgung profitieren. Dagegen sehen sich die dem Handel zugeordneten Tankstellen im Szenario zur nachhaltigen Mobilität allgemein einer geringeren Nachfrage gegenüber. Der öffentliche Sektor reagiert auf die Veränderung der Beschäftigung. Mehr Beschäftigung und weniger Transferzahlungen münden im Modell immer in leichten Abbau im öffentlichen Bereich.

Abbildung 22: Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario zur nachhaltigen Mobilität in relativer Abweichung von der Referenz

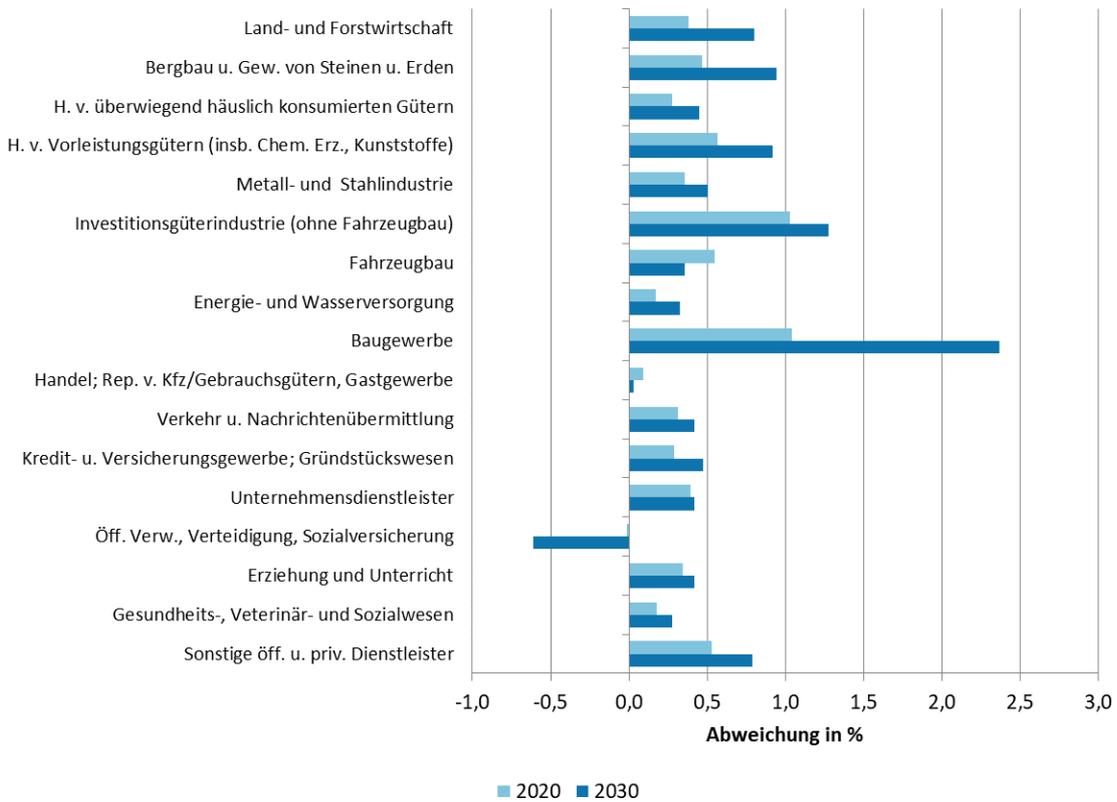


Quelle: Eigene Berechnungen.

6.3 Beschäftigung in den Exportszenarien

Insgesamt beträgt die Größenordnung des Nettobeschäftigungseffekts im Szenario zur nachhaltigen Mobilität unter Berücksichtigung zusätzlicher Exporte zwischen +125.000 (2020) und +160.000 (2030). Wie bereits auf dem „Weg in eine effizientere Welt“ deutlich wurde, setzen die zusätzlichen Exporte einen positiven Impuls in allen Bereichen des produzierenden Gewerbes. Die ausländische Nachfrage nach Pkws führt zu leicht positiver Beschäftigungswirkung auch im Sektor Fahrzeugbau. Diese beiden größten Sektoren bleiben auch unter Berücksichtigung von Exporten am wichtigsten; darüber hinaus finden sich verstärkte Reaktionen in weiteren Bereichen. Bei der Herstellung von Investitionsgütern liegt die Beschäftigung um mehr als 1,2% höher als in der Referenz. Die Herstellung von Vorleistungsgütern profitiert mit rund 10.000 Beschäftigten. Vom Außenhandel profitiert natürlich auch der Wirtschaftszweig Verkehr, mit allen seinen Konsequenzen, aber auch mit einem geringfügigen Plus. Allgemein sind positive Abweichungen außerhalb des produzierenden Gewerbes auf die im Vergleich zur Referenz höhere gesamtwirtschaftliche Nachfrage (BIP) zurückzuführen.

Abbildung 23: Sektorale Beschäftigungseffekte im Szenario zur nachhaltigen Mobilität unter Berücksichtigung zusätzlicher Exporte in relativer Abweichung von der Referenz



Quelle: Eigene Berechnungen.

7 Ökologische Landwirtschaft und sparsamer Umgang mit Flächen

7.1 Beschäftigung durch grüne Flächennutzung in der Literatur

In Deutschland gibt es kaum Studien, die sich explizit mit der Beschäftigungswirkung eines Ausbaus des ökologischen Landbaus auseinandersetzen. Ein Grund könnte sein, dass in der Landwirtschaft im Durchschnitt ein sehr großer Teil des Arbeitseinsatzes von den selbständigen Landwirten und Familienangehörigen erbracht wird. Von etwa 600.000 Erwerbstätigen in der Landwirtschaft sind nur ca. 300.000 sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer. Die Literatur betrachtet vor allem die heutige und zukünftige Entwicklung der Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Produktionsverfahren im Allgemeinen und – eher selten – der Ökolandbau-Produktionsverfahren im Speziellen. Somit ist die Änderung der Kenngröße „Arbeitskräfteeinsatz“ zwar von Interesse, steht aber in keinem eindeutigen Zusammenhang zur Veränderung von „Beschäftigung“. Das vorgeschlagene Szenario kann entsprechend auf nur wenige vergleichbare Vorarbeiten zurückgreifen.

Auf europäischer Ebene werden alternative Verteilungen der EU-Agrarsubventionen diskutiert. So wurde in GHK (2007) ein Szenario mit erhöhter Produktion aus ökologischer Landwirtschaft ausgewertet. Dabei wurde ein erweitertes Input-Output-Modell verwendet, welches unterschiedliche Kostenstrukturen sowie Arbeitsintensitäten für die Produktionsverfahren in der ökologischen und der konventionellen Landwirtschaft enthält. Eine Verschiebung von 10% der Produktion innerhalb der EU (EU12) in den ökologischen Landbau führt zu einem positiven direkten Effekt, da die Arbeitsintensität im ökologischen Landbau höher ist (ca. 7% höher). Indirekte Effekte ergeben sich aus den unterschiedlichen Vorleistungen im Ökolandbau und im konventionellen Landbau. Über 66.000 zusätzliche Beschäftigte in der Landwirtschaft (direkt) stehen einem Rückgang um mehr als 22.000 Jobs bei der indirekten Beschäftigung überwiegend durch geringere Nachfrage nach Dünger aus der chemischen Industrie gegenüber. Unterschiedlich hohe Kosten für die Vorleistungen – je nach Produktionsverfahren – wurden jedoch nicht berücksichtigt. Die darauf aufbauende Berechnung im Jahr 2011 (GHK 2011) überträgt diese Berechnungen auf eine Produktionsverschiebung von 2% unter der Annahme, dass 1 Mrd. Euro investiert wird. Als Saldo aller direkten und indirekten Effekte wird ein Beschäftigungseffekt von 7.800 Vollzeitäquivalenten ermittelt. Der direkte Effekt ist durch die Verschiebung zur beschäftigungsintensiveren Ökolandwirtschaft positiv. Die indirekten Effekte sind per Saldo negativ, da weniger Inputs für die konventionelle Landwirtschaft benötigt werden. Geringere Inputs und damit geringere Umsätze bei Zulieferern von konventionellen Betrieben stehen mehr Inputs an Öko-Betriebe gegenüber, die aber insgesamt kleiner sind. Der Nachfrageeffekt der zusätzlichen Investitionen wird in der Bilanz nicht aufgenommen.

Ein Szenario „ÖKO-20%“ wurde für die Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050“ entwickelt (UBA 2014). Das Ziel der Studie ist es, die technische Machbarkeit einer treibhausgasneutralen Gesellschaft in dem angenommenen Zieljahr („2050“) in Deutschland darzustellen. Das Szenario „ÖKO-20%“ wird einem Szenario „KONV“ mit 100% konventioneller Landwirtschaft gegenübergestellt. Beide Szenarien werden für einen breiten Mix aus Produktionsverfahren definiert. Eine Teilstudie fragt nach den ökonomischen Implikationen von Szenarien unter der Maßgabe einer starken Reduktion von Treibhausgasen. Unter dieser Restriktion wird im Szenario „ÖKO-20%“ (eine Erhöhung des Anteils des ökologischen Landbaus auf 20% bis zum Jahr 2050) in einigen Produktionsverfahren ein höherer Output erreicht, da eine Ausweitung des Ökolandbaus mit weniger Treibhausgasemissionen verbunden ist. Auswirkungen auf die Beschäftigung bzw. den Arbeitskräfteaufwand werden in der Studie nicht ausgewertet.

Gesamtwirtschaftliche Analysen von Instrumenten zur Reduktion der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr („Urban Sprawl“) widmen sich in Deutschland bisher nicht explizit dem Aspekt der Beschäftigung. Fokus von Modellierungen war die Prognose oder Projektion der zukünftigen

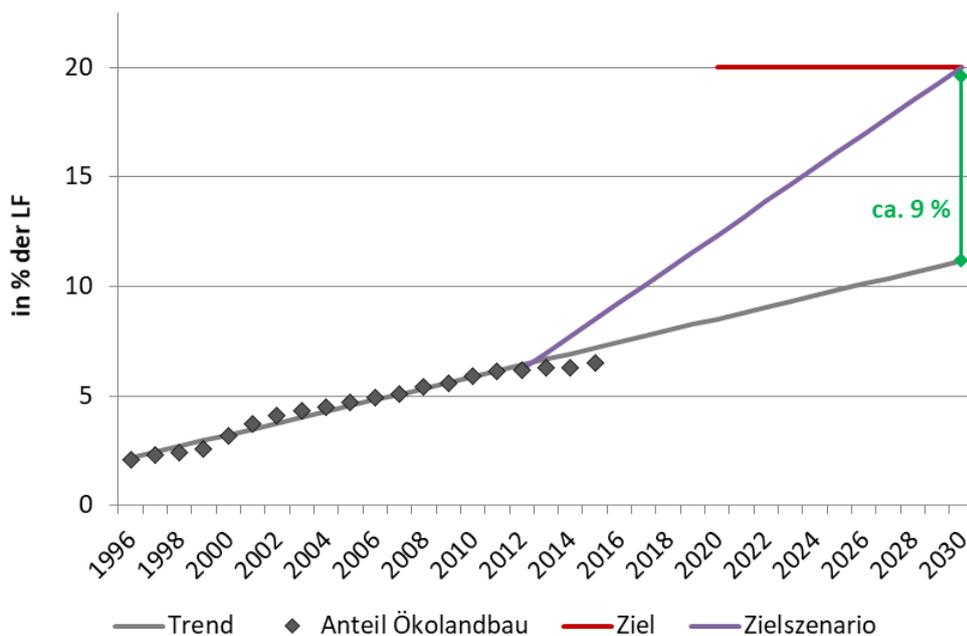
gen Entwicklung sowie die Prüfung der Wirksamkeit von politischen Instrumenten. Solche Instrumente sind u. a. eine Grundsteuerreform, eine Neubesiedlungsabgabe und eine Einführung von handelbaren Flächenausweisungsrechten. Diese Instrumente bewirken eine Verteuerung des Faktors Boden (insbesondere bei der Neuerschließung) und können daher zu einem sparsameren Umgang mit Fläche führen. Sie reduzieren jedoch – falls sich die Flächenintensität der Bautätigkeit nicht entsprechend verringert – auch die Bautätigkeit. In unterschiedlichen Analysen mit dem regionalisierten Modell PANTA RHEI REGIO zeigt sich die Wirkung auf Investitionen sowie die Wirkung auf das allgemeine Preisniveau als prägend. Für die Grundsteuerreform sei hier auf Petschow et al. (2007), für die Ausweisungsabgabe und handelbare Flächenausweisung auf Distelkamp et al. (2009) verwiesen. Jedoch sind die negativen Effekte allgemein sehr gering, da Aufkommensneutralität (Grundsteuerreform) oder eine kompensierende Steuerentlastung bei den Abgaben angenommen wird.

7.2 Beschreibung des Szenarios „grünere Boden- und Flächennutzung“

7.2.1 Daten zum Ökolandbau

Die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung sieht vor, dass ein Anteil des ökologischen Landbaus an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) von 20% zu erreichen ist. Ein zeitlicher Rahmen wird dafür nicht festgelegt. Mit der Zukunftsstrategie Ökologischer Landbau sollten bis zum Jahr 2016 Handlungskonzepte entwickelt werden, die ein stärkeres Wachstum ermöglichen. Im Agrarbericht 2015 heißt es hierzu: „Die Zukunftsstrategie soll dazu beitragen, den ökologischen Landbau in Deutschland zu stärken, so dass die Fläche des ökologischen Landbaus gemäß dem entsprechenden Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung in den nächsten Jahren auf 20 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche steigen kann“ Zuletzt stieg der Anteil des Ökolandbaus auf 6,5%. Mit Blick auf die trendmäßige Entwicklung erscheint ein Erreichen des Ziels kurzfristig nicht möglich. Bei Fortschreibung der gegenwärtigen Zuwachsraten ist bis 2030 von einem etwa 11-prozentigen LF-Anteil auszugehen. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass es keine zentrale Stellenschraube für ein verstärktes Wachstum des Ökolandbaus gibt (BMEL 2015).

Abbildung 24: Entwicklung des Ökolandbau-Anteils an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF), 1996 bis 2013, Trend und Ziel bis 2030



Quelle: BMEL 2014, eigene Berechnungen

7.2.2 Abbildung von Ökolandbau im Modell

Das Modell PANTA RHEI bildet die landwirtschaftliche Produktion als Wirtschaftszweig ab und unterscheidet nicht in konventionelle und ökologische Produktion. Wie bei jedem Wirtschaftszweig ist auch in der Landwirtschaft der Bezug von Vorleistungen als Kostenstruktur in der entsprechenden Spalte der Input-Output-Tabelle abgebildet. Im Modell ist die zeitliche Entwicklung der Kostenstrukturen aller Wirtschaftszweige durch die Input-Output-Tabellen verschiedener Jahre abgebildet. Insofern ist der Strukturwandel der Landwirtschaft bis heute durch die Veränderung von Vorleistungen, etwa von Düngemitteln, im Modell enthalten und wird in der Referenzentwicklung trendmäßig fortgeschrieben.

Im Szenario „Ökolandbau“ wird ausgehend von der heutigen Situation sowie erkennbaren Trends in der Referenz eine Erhöhung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus auf ca. 20% bis 2030 abgebildet. Instrumente, die zu dieser Erhöhung beitragen, werden jedoch nicht spezifisch vorgeschlagen, das würde den Rahmen dieser Untersuchung sprengen. Die gesamtwirtschaftlichen Effekte gehen auf Veränderungen in den Vorleistungen, den Produkten und den Herstellungskosten zurück, mit denen ein deutlicher Anstieg des Ökolandbaus annahmegemäß verbunden ist. Gestiegene Herstellungskosten werden teilweise durch eine Erhöhung der Zuschüsse kompensiert. Die getroffenen Annahmen werden nachfolgend plausibilisiert.

7.2.2.1 Veränderungen in den Vorleistungsbezügen

Welche Vorleistungen werden bei einem Umstieg auf ökologischen Landbau nicht mehr benötigt? Welche werden in größerem Umfang benötigt? Da bei der ökologischen Bewirtschaftung der Felder keine chemischen Dünge- oder Pflanzenschutzmittel verwendet werden dürfen, kommt es zu einem Rückgang der Verwendung von Vorleistungen aus der chemischen Industrie. Diese offensichtliche Veränderung stellt aber nur eine von vielen Verschiebungen dar, die sich in der Kostenstruktur ergeben können. Die folgende Tabelle zeigt einen Ausschnitt aus der Input-Output-Tabelle für das Jahr 2007. Insgesamt machen die Vorleistungen 64,4% des gesamten Produktionswertes aus, d. h., fast zwei Drittel des Produktionswerts werden für Vorleistungen aus vielen Gütergruppen, auch aus der Landwirtschaft, selbst ausgegeben. Letztere beinhalten zum Beispiel Tiere oder Saatgut. Prozentual die höchsten Ausgaben werden für Futtermittel getätigt, gefolgt von Gütern der chemischen Industrie, Handelsvermittlungen und verschiedenen Dienstleistungen. Rechts zeigt die Tabelle durch Pfeile die literaturgestützten Annahmen zur Zunahme oder Abnahme der einzelnen Kostenanteile im Ökolandbauszenario. Die Zusammenstellung basiert im Wesentlichen auf Sanders et al. (2012) sowie BMELV/oekolandbau.de (2006). Dabei wird unterschieden nach den 71 Gütergruppen der Input-Output-Tabelle im Jahr 2007 (Destatis 2010).

Tabelle 27: Veränderungen in den Vorleistungen und Inputkoeffizienten

Gütergruppen	Inputkoeffizienten (in %)	Höhere Kosten beim Ökolandbau durch (mehr...)	Geringere Kosten beim Ökolandbau durch (weniger...)	Veränderung durch Ökolandbau
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	2,7	Grünfutter aus eigenem/ zertifiziertem Anbau, Vollmilch für Kälber, teureres Saatgut	Tierzukäufe	höher
Nahrungs- und Futtermittel	10,5		Krafffutter	geringer
Chemische Erzeugnisse	6,5		Pflanzenschutz Dünger Medikamente	geringer
Handelsvermittlung	6,3	Handelsgebühren / Zertifizierung		höher
DL des Grundstückswesens	0,9	Pacht für zusätzliche Flächen		höher
Unternehmens-DL	10,3	Vermittlung Saisonarbeitskräfte Fachberatung		höher
DL des Gesundheits-, Veterinärwesens	1,0		Tierarztbesuche	geringer
Summe Inputs	64,4			

Quelle: Destatis (2010), BMELV/oekolandbau.de (2006), eigene Berechnungen

Wir nehmen im Ökolandbauszenario einen starken Rückgang der Bezüge aus der chemischen Industrie an. Von Bedeutung sind auch die Unternehmensdienstleistungen, da gerade zu Beginn der Umstellung Fachberatung notwendig ist. Ein Teil des höheren Arbeitskräfteeinsatzes (siehe Kapitel 7.2.2.2) könnte über Vermittlungsstellen eingekauft werden. Auch die Vorleistungen aus der Landwirtschaft selbst steigen, sind aber im Zusammenhang zu sehen mit weniger Vorleistungen aus der Futtermittelindustrie. Falls in einem Betrieb in Umstellung der Tierbestand nicht deutlich reduziert wird, müssen mehr Flächen vorgehalten werden (BMELV/oekolandbau.de 2006). Wird sich die Vorleistungsquote der Landwirtschaft insgesamt von 64,4% verändern? Diese Frage lässt sich mit dem gewählten Ansatz nicht beantworten. Denn es wird die Input-Struktur der gesamten Landwirtschaft unter Berücksichtigung der Mengenverhältnisse angepasst. Weitergehende Untersuchungen könnten eine Aufteilung des Landwirtschaftssektors in der Input-Output-Tabelle in seinen Ökolandbauteil und den konventionellen Teil zum Gegenstand haben. Die Weiterentwicklung umweltökonomischer Datensätze im Bereich Landwirtschaft könnte dabei eine wichtige Grundlage bilden (vgl. Schmidt & Osterburg 2013).

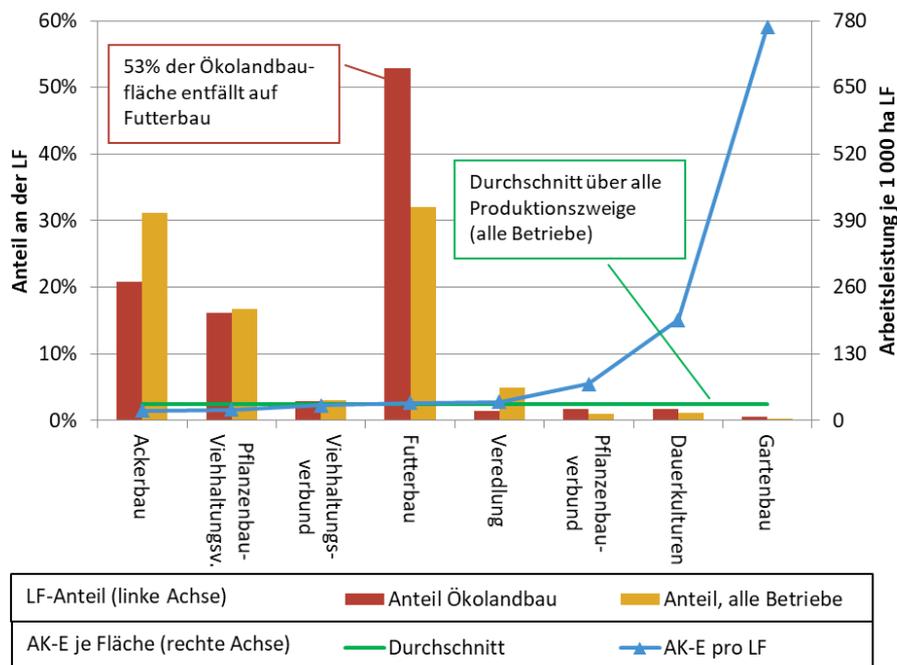
Die im Szenario verwendeten Abweichungen ergeben sich aus Kennzahlen aus dem Testbetriebsnetz bzw. Sanders et al. (2012). Die Veränderungen zwischen den Inputkoeffizienten liegen zwischen -0,9 und +0,8 %-Punkten und gleichen sich in der Summe etwa aus. Die vorliegenden Daten aus dem Testbetriebsnetz legen den Schluss nahe, dass der Ökolandbau nicht betrieblich oder strukturell zu höheren Kosten im Sinne von höheren Vorleistungen pro Ertrag führt (Sanders et al. 2012, BMELV-Statistik 2015). Im Rahmen der Input-Output-Logik bedeutet dies, dass die Wertschöpfung bei alleiniger Umstellung von Vorleistungslieferungen gleich bleibt. Da aus der Wertschöpfung Löhne und Gewinne gedeckt werden, würde höhere Arbeitsintensität bei gleichbleibenden Subventionen zu geringeren Gewinnen führen.

7.2.2.2 Arbeitseinsatz und Arbeitskräfte

Der ökologische Landbau gilt als arbeitsintensiver als der konventionelle Landbau. Beispielsweise darf die Entfernung von Unkraut und Schädlingen nicht mit chemisch-synthetischen Stoffen erfolgen, so dass der Einsatz auf dem Feld weniger durch vergleichsweise einfaches Aufbringen mit Landmaschinen und mehr „von Hand“ durchgeführt werden muss. Aktuelle Daten weisen einen um 2,5% höheren Wert für die Arbeitsleistung je landwirtschaftlich genutzter Fläche im Ökolandbau im Vergleich zum Durchschnitt (31,3 Arbeitskräfteeinsatz²⁰ je 1000 ha landwirtschaftliche Fläche) aus (Agrarstrukturerhebung 2013). Zu beachten ist jedoch, dass die Arbeitsintensität generell zwischen den unterschiedlichen Produktionszweigen (Marktfruchtanbau, Futterbau, Veredlung, pflanzliche Nahrungsproduktion, Futtermittelproduktion, Viehhaltung) und zwischen Feldfrüchten variiert (vgl. Abbildung 25). Für einige Produktionszweige („betriebswirtschaftlicher Ausrichtungen“ in der Agrarstatistik) ist der ökologische Landbau bereits sehr verbreitet, während für andere der Ökolandbau-Anteil sehr gering ist (Balken und linke Achse). Der Ökolandbau gilt auch als „strukturell arbeitsintensiv“, da er in den arbeitsintensiven Tätigkeiten wie Gartenbau aktiver ist als beispielsweise im Ackerbau. Für den Futterbau ist die Arbeitsintensität (rechte Achse) nur wenig höher als im Durchschnitt (31,3).

²⁰ Der Arbeitskräfteeinsatz (AK-E) entspricht etwa einem Vollzeitäquivalent. Bei der Erhebung werden der Anteil Familienarbeitskräfte sowie Beschäftigungsumfang gesondert berücksichtigt.

Abbildung 25: Flächenanteile und Arbeitsintensitäten in der Landwirtschaft 2013



Quelle: Agrarstrukturerhebung 2013 (Destatis 2014a, 2014b), eigene Berechnung

Zusätzlich kann sich der Arbeitskräfteeinsatz je ha auch je nach Region und Standort unterscheiden, etwa dadurch, dass aufgrund hoher Fruchtbarkeit der anstehenden Böden auf chemische Dünger verzichtet werden kann. Eine fundierte Abschätzung von Wirkungen auf den Arbeitseinsatz bzw. die Beschäftigung im Kontext von mehr Ökolandbau erfordert demnach eine detaillierte Modellierung der Produktionszweige, um betriebliche, strukturelle und naturraumspezifische Komponenten richtig darzustellen. Da das im Rahmen dieser Studie nicht möglich ist, werden für das hier betrachtete Szenario sehr einfache Annahmen zum Arbeitskräfteeinsatz getroffen. In der gesamtwirtschaftlichen Sicht ergeben sich daher die Veränderungen der Beschäftigung durch den geänderten Vorleistungsbezug und die angepassten Arbeitsintensitäten.

7.2.2.3 Erträge und Preise

Für viele Produktionszweige der Landwirtschaft liegen die flächenmäßigen Erträge des ökologischen Landbaus unter jenen vergleichbarer konventioneller Betriebe. Diese geringeren Erträge werden durch höhere Produktpreise und/oder mehr Direktzahlungen und Zuschüsse (siehe unten) ausgeglichen (vgl. Sanders et al. 2012). Der Anteil des Ökolandbaus an der Produktion der Landwirtschaft in Deutschland ist mit weniger als 4% geringer als der Anteil an der Fläche (Schaack, Rampold & Behr 2014). Das bedeutet, dass nicht nur pro Arbeitskraft (s. o.) sondern auch pro Fläche weniger Umsatz generiert werden kann als in der konventionellen Landwirtschaft. Dies wird durch die Daten des Testbetriebsnetzes (BMEL 2015) bestätigt. Hierfür können auch strukturelle Hintergründe angeführt werden. Für die Modellierung bedeutet dies, dass die landwirtschaftliche Produktion im Ökolandbauszenario geringer ist.

7.2.2.4 Förderung und Subventionen

Förderungsgelder für den Ökolandbau werden in unterschiedlicher Form angeboten. Der Ökologische Landbau zählt neben Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) und Tierschutzmaßnahmen zu den wesentlichen Instrumenten zur Erreichung von Umweltzielen in der gemeinsamen europäischen Agrarpolitik. AUKM, Ökolandbau und Tierschutzmaßnahmen werden in Deutschland mit finanzieller

Beteiligung der EU, des Bundes und der Länder gefördert. Auf Länderebene wird die Förderung ökologischer Anbauverfahren teilweise unterschiedlich ausgestaltet oder ergänzt. Die öffentlichen Ausgaben für diese Fördermaßnahmen beliefen sich im Jahr 2007 auf ca. 125 Mio. Euro (Nieberg et al. 2011). Zusätzlich gibt es das Agrarinvestitionsförderungsprogramm (im Rahmen des GAK-Programms), in dem besondere Zuschüsse für Ökobetriebe geregelt sind. Die Ausgaben hierfür beliefen sich im Jahr 2006 auf etwa 4 Mio. Euro (ebda.). Zur Förderperiode 2007 bis 2013 lagen bis zum Ende der Bearbeitung der Modellierung keine vergleichbaren Daten vor. Für die flächenbezogene Förderung des Ökolandbaus wurden im Jahr 2007 durchschnittlich 144 Euro/ha aufgewendet (Nieberg et al. 2011, S. 247). Dahinter stehen sehr unterschiedliche Fördersätze je nach Phase der Umstellung und Produktionszweig. Für die flächenmäßige Förderung des Ökolandbaus wird im Modell eine Prämie von durchschnittlich 150 Euro/ha angesetzt. Um den zehn Prozent höheren Anteil der ökologisch bewirtschafteten Fläche genauso zu fördern wie bisher, werden 1,7 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche mehr im Sinne des ökologischen Landbaus gefördert. Das erhöht diese Zahlungen um über 250 Mio. Euro. Zu beachten ist jedoch, dass ein Teil der zusätzlichen Subventionen darauf zurückzuführen ist, dass ökologisch wirtschaftende Betriebe aktuell in bestimmten Produktionszweigen stärker vertreten sind als konventionelle Betriebe. Gegenläufige Effekte ergeben sich dadurch, dass durch die Umstellung auf die ökologische Bewirtschaftung andere Zuschüsse für Betriebe entfallen, da diese nicht mit Ökopremien kombiniert werden dürfen.

Wie eingangs erwähnt, wird keine neue Instrumentierung zur Erreichung des politischen Ziels im Szenario angesetzt, sondern die bestehende Förderung auf das neue Ziel übertragen.

7.2.2.5 Annahmen zu den Änderungen durch den Übergang zu mehr Ökolandbau

Für die Landwirtschaft heute sind Beschäftigung, Umsatz, genutzte Fläche und Produktion bekannt. Für ein Szenario, das gegenüber der Referenz den Anteil der für den Ökolandbau genutzten Fläche auf 20% bis zum Jahr 2030 erhöhen soll²¹, müssen Eckwerte für diese Größen angenommen werden und Annahmen zum neuen Verhältnis dieser Größen untereinander getroffen werden. Nachstehend wird dieses hypothetische Mengen-Verhältnis-Gerüst kurz beschrieben, welches Verschiebungen von Produktion, Fläche und Arbeitskräften zwischen der konventionellen und ökologischen Landwirtschaft abbildet. Ausgangsjahr für die strukturellen Überlegungen ist 2013, verwendet wurden die Daten der Agrarstrukturerhebung und des Testbetriebsnetzes. Ausgehend von Erhöhung der ökologisch bewirtschaftenden Fläche, den entsprechenden Rückgang in der konventionell bewirtschafteten Fläche und den Annahmen zur Entwicklung der Verhältniszahlen ergibt sich eine Abweichung der Produktion, der Arbeitsleistung und der Subventionen. Tabelle 28 zeigt die durch das Mengen-Verhältnis-Gerüst generierten Annahmen im Kontext einer Erhöhung des Ökolandbauanteils um 10 %-Punkte.

²¹ Unterstellt man, dass PANTA RHEI für den Sektor der Landwirtschaft die Veränderung der Bewirtschaftungsweise in der Vergangenheit trendmäßig fortschreibt, ergibt sich für das Jahr 2030 ein Anteil der für den Ökolandbau genutzten Fläche von ca. 10%.

Tabelle 28: Annahmen zu wichtigen Eckgrößen

	Fläche	Umsatz	Direktzahlungen und Zuschüsse	Produktionswert *	Arbeitsleistung
Ökolandbau-Anteil					
Szenario +10	+10%	11,8%	20,8%	12,9%	16,4%
Veränderung der Absolutwerte durch mehr Ökolandbau					
Landwirtschaft insgesamt	unverändert	-2,3%	+2,8%	-1,7%	+0,2%
Veränderungen der Verhältniszahlen durch mehr Ökolandbau					
pro Fläche					
Öko-Landbau			↘negativ	↗positiv	→konstant
Landwirtschaft insgesamt			↗positiv	↘negativ	↗positiv
pro Arbeitsleistung					
Öko-Landbau	→konstant		↘negativ	↗positiv	
Landwirtschaft insgesamt	↘negativ		↗positiv	↘negativ	

* Summe aus Umsätzen sowie Direktzahlungen und Zuschüsse (Subventionen)

Quelle: Eigene Berechnung.

Die gesamte landwirtschaftliche Fläche bleibt in diesem Szenario unverändert. Der Anteil des Ökolandbaus an den Umsatzerlösen steigt auf 11,8% und unterschreitet nach wie vor den flächenmäßigen Anteil. Der Anteil an der Arbeitsleistung beträgt im „Szenario +10“ fast 17% und ist damit um über 10 %-Punkte höher als in der Referenz. Für die Landwirtschaft insgesamt folgen aus diesen strukturellen Überlegungen ein etwas niedrigerer Produktionswert und ein leicht gestiegener Arbeitseinsatz.

Zunächst könnte man in diesem einfachen Mengen-Verhältnis-Gerüst davon ausgehen, dass die Arbeitsleistung pro Fläche oder auch der Arbeitseinsatz je Umsatz für die einzelnen Produktionsverfahren (konventionell – ökologisch) jeweils gleich bleibt bzw. sich gleichermaßen verändert. Doch könnte sich die Produktivität z. B. im Ökolandbau auch stärker verändern? Ohne spezifische Modelle für die einzelnen Produktionsverfahren und exakt definierte Szenarien sind Veränderungen der Kennzahlen pro Fläche bzw. pro Arbeitsleistung jeweils für Ökolandbau und konventionelle Landwirtschaft nicht eindeutig abzuleiten. Derzeit ist das Verhältnis aus Arbeitsleistung und Fläche laut Agrarstrukturerhebung im Ökolandbau nur um etwa 2,5% höher als im konventionellen Landbau und es ist kein eindeutiger Trend erkennbar (Agrarstrukturerhebung 2007, 2010, 2013). Eine beschäftigungsintensive Transformation z. B. durch eine zusätzliche Förderung des ökologischen Gartenbaus steht einem Ziel, das durch einen Flächenanteil (20%) definiert ist, teilweise entgegen. Denn den 1,7 Mio. ha, die umgestellt werden müssten, stehen derzeit nur 250.000 ha Gartenbau und Dauerkultur in der konventionellen Landwirtschaft entgegen.

Die Umsätze pro Fläche sind im Ökolandbau derzeit deutlich geringer als im konventionellen Landbau. Die höheren Direktzahlungen und Zuschüsse kompensieren jedoch diese geringeren Erträge und führen dazu, dass die wirtschaftliche Situation der Betriebe des ökologischen Landbaus als gut und teilweise besser eingestuft wird als bei konventionellen Betrieben (Sanders et al 2012). Wobei anzumerken ist, dass die Direktzahlungen sich nur erhöhen, wenn die bewirtschaftete Fläche sich für die

Betriebe erhöht. Für das Mengen-Verhältnis-Gerüst im Modell wird angenommen, dass die Produktivität im Ökolandbau mit seiner Ausweitung ansteigt. Dies lässt sich damit begründen, dass der Ökolandbau für einige Produktionszweige und auch Standorte noch die Ausnahme darstellt und Rationalisierungsaspekte erst in einer breiteren Anwendung zum Tragen kommen. Im Mengen-Verhältnis-Gerüst sorgt die Annahme von leicht steigender Produktivität zudem dazu, dass die finanzielle Unterstützung weniger stark steigt als die Umsätze. Wie beschrieben, wird die derzeitige Förderung im Szenario +10 fortgeführt.

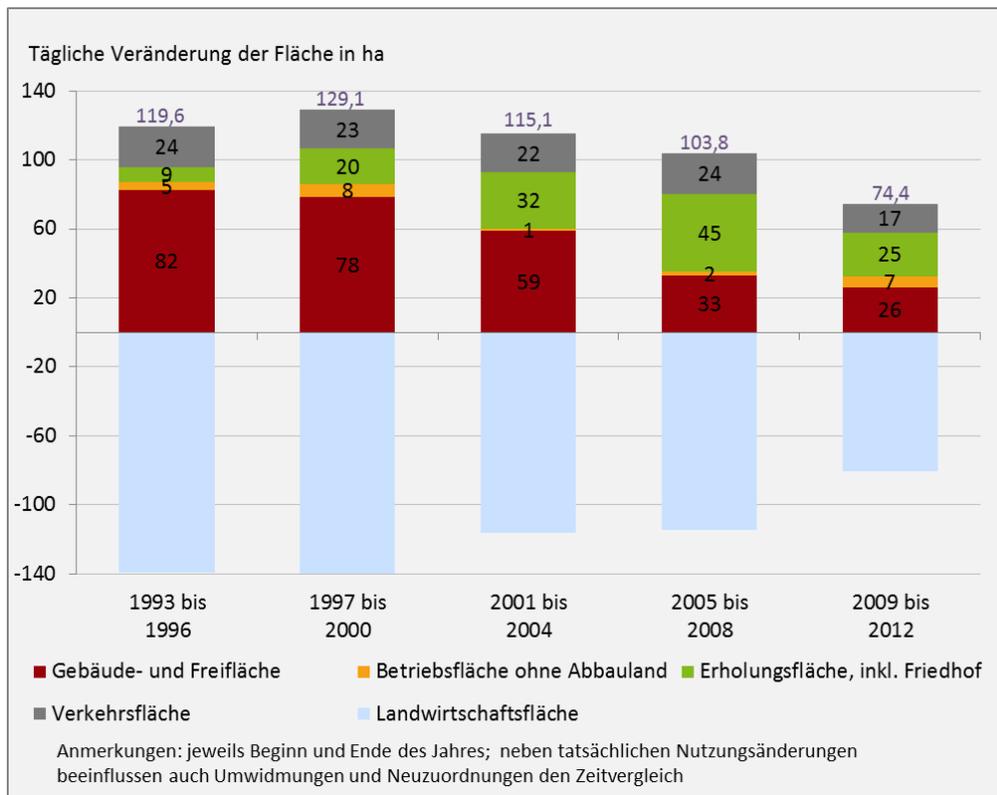
Zielwerte für die Einstellung des Ökolandbauszenarios in der Landwirtschaft im Modell PANTA RHEI sind, wie in Tabelle 28 aufgeführt, eine Abweichung der Produktion der Landwirtschaft insgesamt von -1,7 % und der Subventionen von +2,8 % zwischen dem Szenario „grünere Boden- und Flächennutzung“ und dem Referenzszenario. Das Arbeitsvolumen bleibt dabei etwa unverändert bzw. nimmt leicht zu. Zusätzlich werden die beschriebenen Verschiebungen in den Vorleistungen unterstellt, so dass die gesamtwirtschaftlichen Effekte auch die Impulse in die Vorleistungsketten einbeziehen. Insgesamt sind die Abweichungen im Szenario „Ökolandbau“ gegenüber der Referenz jedoch gering.

7.2.3 Daten zur Neubesiedlungsabgabe

Im Kontext von Überlegungen zu einer „Agrarwende“ und entsprechender Szenarien spielen landwirtschaftliche Produktionsgrundlagen eine große Rolle. Durch die expansive Siedlungsentwicklung gehen täglich große Mengen an landwirtschaftlicher Fläche unwiderruflich verloren. Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr steht damit im Konflikt zum Ausweiten des ökologischen Landbaus, aber auch indirekt zu den Renaturierungsvorhaben, die das Ziel haben, Treibhausgasemissionen zu verringern (z. B. Erhaltung von Moorflächen).

In Deutschland werden pro Tag durchschnittlich über 70 ha Fläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke in Anspruch genommen. Der Veränderungswert ist zwar seit dem Ende der 90er Jahre deutlich zurückgegangen, der Zielwert von 30 ha pro Tag im Jahr 2020 erscheint jedoch noch lange nicht erreicht. Dieses Ziel wurde erstmals im Jahr 2002 in das Programm einer Bundesregierung aufgenommen und wird seitdem fortgeführt. Über die Jahre ist die Flächeninanspruchnahme stärker als Problem wahrgenommen worden und es wurden zahlreiche Konzepte und Strategien entwickelt, um auf Ebene der regionalen und lokalen Planung einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden zu erreichen. Als für die Dynamik der Siedlungsentwicklung zentrale Flächennutzungsart sind die Gebäude- und Freiflächen stark von den Baufertigstellungen von Wohngebäuden abhängig. Entsprechend geht ein Großteil des Rückgangs der Flächeninanspruchnahme auf den starken Rückgang des Wohnungsbaus seit Mitte der 90er-Jahre zurück (Dosch & Beckmann 2011).

Abbildung 26: Entwicklung der Flächeninanspruchnahme für Siedlung und Verkehr in Deutschland



Quelle: Destatis 2014, eigene Berechnungen.

7.2.4 Die Modellierung der Neubesiedlungsabgabe

Zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme sind bereits unterschiedliche ökonomische Instrumente diskutiert worden. Die Flächennutzungsabgabe ist zuletzt in Distelkamp et al. (2009) im Kontext einer makroökonomischen Analyse eingeordnet und beschrieben worden. Grundlegende Eigenschaften der in das Modell PANTA RHEI zu implementierenden Abgabe sind:

- ▶ Es handelt sich um eine Lenkungsabgabe und eine Einführung beinhaltet zunächst keine Reform von bisherigen Steuern und Gebühren.
- ▶ Die Abgabe wirkt auf der Erhebungsseite und beinhaltet damit keine Zuschüsse für den Verzicht auf Neuversiegelung oder Ähnliches.
- ▶ Die Abgabe ist vornehmlich vom Nutzer bzw. dem Bauherrn im Zuge der Investition nur einmal zu entrichten.

Das Instrument dient demnach der unmittelbaren Lenkung der Flächeninanspruchnahme durch private Bauherren und Investoren. Die Abgabe wird absolut definiert und entspricht einem Aufschlag auf die Baulandpreise. Im Szenario „Neubesiedlungsabgabe“ wird ein linearer Anstieg der Abgabe von 1 Euro je Quadratmeter in 2010 auf 20 Euro je Quadratmeter in 2030 angenommen.

Im Modellkontext ergibt sich aus demographischen Einflüssen sowie Einkommens- und Preisvariablen die Nachfrage nach Wohnraum. Im Hinblick auf die Entscheidungen im Wohnungsbau führt die Einführung der Abgabe zu einer Reduktion der Wohnflächennachfrage und damit auch der Neubauproduktionen, da bauen bzw. wohnen relativ gesehen teurer wird. Beim Umgang mit der Fläche führt die Abgabe dazu, dass die durchschnittlichen Grundstücksflächen je neu errichtetem Wohngebäude zurückgehen. Für die Wirtschaft wird die Neubesiedlungsabgabe als Produktionsabgabe entrichtet

und reduziert die Wertschöpfung, wobei die Abgabenlast sich aus der spezifischen Flächeninanspruchnahme ergibt. Die Aufkommen für die Flächenabgabe haben als Kostendruck eine gesamtwirtschaftliche Wirkung (vgl. Distelkamp et al 2009, Distelkamp et al. 2011, S.33ff).

7.3 Wirtschaftliche Auswirkungen einer grüneren Landnutzung

7.3.1 Ökologischer Landbau

Der erhöhte Anteil des ökologischen Landbaus an der Landwirtschaft wirkt sich gesamtwirtschaftlich positiv auf die Beschäftigung aus. Die Wirkungen sind jedoch sehr gering. Der Umfang von zusätzlichen 500 Beschäftigten im Jahr 2020 und etwa 400 im Jahr 2025 entspricht einer relativen Abweichung im Teilpromillebereich und unterschreitet letztlich die Modellgenauigkeit. Insgesamt kann man hier eher von einer „schwarzen oder roten Null“ sprechen. Das Bruttoinlandsprodukt ist im Ökolandbauszenario leicht geringer als in der Referenz. Diese Abweichungen sind ebenfalls sehr gering und nehmen im Zeitverlauf zu. Im Jahr 2030 beträgt die Abweichung um -700 Mio. Euro und damit um -0,02%. Das geringere BIP geht zu etwa gleichen Teilen auf Effekte im privaten Konsum und in den Investitionen zurück. Dabei reagiert der Konsum auf die etwas höheren Verbraucherpreise, die ihren Ursprung in den Erzeugerpreisen der Landwirtschaft haben. Die Investitionen – überwiegend in Ausrüstungen – reagieren auf den etwas geringeren Vorleistungseinsatz der Landwirtschaft. Die verringerte Produktion führt zu weniger Investitionen, wobei hiervon vor allem jene Vorleistungslieferanten betroffen sind, deren Produkte im Zuge des Umstiegs auf mehr Ökolandbau weniger von der Landwirtschaft nachgefragt werden.

Den sehr geringen gesamtwirtschaftlichen Effekten stehen positive Wirkungen auf die Umweltqualität gegenüber. Indikatoren, die diese Verbesserungen abbilden, sind im Modell PANTA RHEI nicht implementiert. Während beispielsweise im konventionell-intensiven Feldgemüseanbau die Nitratauswaschung 105 kg N/ha pro Jahr beträgt und im konventionell-intensiven Ackerbau 60 kg N/ha, liegt sie im Ökoackerbau nur bei 22 kg N/ha. Entsprechend liegen die geschätzten durchschnittlichen Nitratgehalte des Sickerwassers auch deutlich niedriger (oekolandbau.de 2015). Auch wenn die Nitratauswaschung stark vom Standort abhängt, erscheint mit der unterstellten Verdoppelung der Ökolandbaufläche eine Reduktion des Nitratreintrags in das Grundwasser realistisch. Dies stellt nur eine der positiven Umweltwirkungen dar. Die reduzierte Verwendung von Pestiziden und Insektiziden könnte einen großen Beitrag dazu leisten, dem Rückgang der Biodiversität entgegenzuwirken. Wenn der Ausbau des ökologischen Landbaus mit einer vermehrten Schließung von Nährstoffkreisläufen und/oder einer Reduktion von Viehbeständen einhergeht, kann er zudem einen großen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Hinter den geringen makroökonomischen Wirkungen stehen unterschiedliche sektorale Wirkungen innerhalb der Wirtschaft. Für die Landwirtschaft wirken sich die strukturell abgeleiteten Erhöhungen des Arbeitseinsatzes direkt aus. Unter den sektoralen Wirkungen fallen diese zwar am höchsten aus, sind jedoch relativ gesehen mit einer Abweichung von durchschnittlich 0,3% auch gering. Die Wirkungen in den übrigen Wirtschaftszweigen lassen sich wiederum trennen in Preiswirkungen über den Konsum und Nachfragewirkungen über die Vorleistungslieferungen an die Landwirtschaft. Für den Bau, den Handel und öffentliche Dienstleistungen geht die Beschäftigung aufgrund der etwas höheren Verbraucherpreise zurück. Dabei verschieben sich Ausgaben für andere Verwendungszwecke hin zu Lebensmitteln. Im industriellen Sektor ist die Wirkung des Rückgangs nach Futtermitteln sowie Pflanzenschutz- und Düngemitteln nicht eindeutig zu trennen von den Konsumwirkungen. Eindeutig von Vorleistungen geprägt ist der Beschäftigungsanstieg im Bereich der unternehmensnahen Dienstleistungen. Annahmegemäß wird ein Teil des erhöhten Arbeitskräfteeinsatzes in der Landwirtschaft durch vermittelte (Saison-)Arbeitskräfte erbracht, welcher dieser Sektor bereitstellt.

Zusammenfassend stellt sich ein Szenario mit einem 10% höheren Anteil Ökolandbau gegenüber der Referenz gesamtwirtschaftlich als nur wenig anders dar. Einem etwas verringerten Produktionswachstum bis 2030 steht ein etwas weniger starker Rückgang der Beschäftigung gegenüber. Potenzial für noch mehr Beschäftigung in der Landwirtschaft selbst wird auf Grundlage der bestehenden Statistik und des verwendeten Szenariokontextes nicht gesehen. Gesamtwirtschaftlich stellt vor allem das erhöhte Preisniveau einen Einfluss dar, der BIP und Beschäftigung gegenüber der Referenz verringert. Diese Preiseffekte können nur durch noch mehr Subventionen abgemildert werden. Ein Ausbau der Zuschüsse für den Ökolandbau unter Beibehaltung des Subventionsniveaus für konventionelle Betriebe erscheint jedoch unrealistisch und nicht im Sinne einer Green Economy. Eine Absenkung der Direktzahlungen und Zuschüsse für die konventionelle Landwirtschaft wiederum hätte weitere negative Implikationen.

7.3.2 Flächensparen

Die Einführung einer Neubesiedlungsabgabe als Einzelmaßnahme wirkt sich negativ auf das Bruttoinlandsprodukt und die Beschäftigung aus. Die Erhöhung der Baupreise wirkt sich direkt negativ auf den Konsum und auf die Wohnungsbauinvestitionen aus. Der Konsum ist im Jahr 2030 um 0,13% geringer, die Bauinvestitionen um 0,12%. Die negative Abweichung des Bruttoinlandsproduktes ist mit 0,11% insgesamt sehr gering (vgl. Tabelle 29). Die Beschäftigung geht jedoch gegenüber der Referenz um über 18 Tsd. zurück.

Tabelle 29: Abweichungen gesamtwirtschaftlicher Größen im Szenario „Neubesiedlungsabgabe“ gegenüber der Referenz

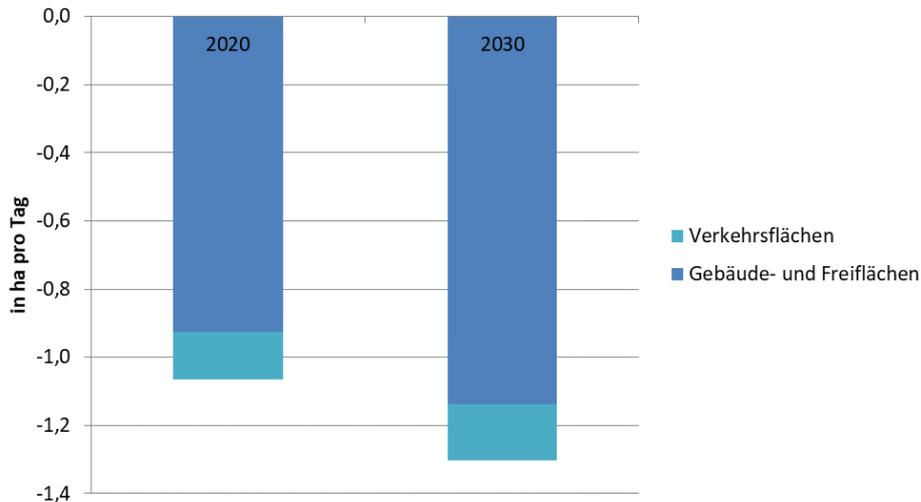
	Abweichungen absolut			Abweichungen in %		
	2020	2025	2030	2020	2025	2030
	in Mrd. Euro					
Bruttoinlandsprodukt, preisbereinigt	-1,7	-2,5	-3,2	-0,06	-0,09	-0,11
Konsum der privaten Haushalte	-1,2	-1,6	-2,0	-0,08	-0,11	-0,13
Konsum des Staates	-0,1	-0,1	-0,1	-0,01	-0,02	-0,01
Ausrüstungsinvestitionen	-0,2	-0,2	-0,3	-0,07	-0,09	-0,10
Bauinvestitionen	-0,3	-0,3	-0,3	-0,11	-0,11	-0,12
Preisindex, Konsum p. HH.	0,2	0,3	0,4	0,16	0,23	0,28
Finanzierungssaldo	0,7	1,0	1,2			
	in Tsd.					
Arbeitnehmer	-13,0	-16,5	-18,6	-0,04	-0,05	-0,05

Quelle: Eigene Berechnungen.

Diesen leichten Einbußen auf gesamtwirtschaftlicher Ebene stehen Umweltwirkungen gegenüber. Wie Abbildung 27 zeigt ist die Flächeninanspruchnahme im Jahr 2030 um etwa 1,1 ha pro Tag geringer. Das Gros der Einsparungen wird durch weniger Flächeninanspruchnahme für Gebäude- und Freiflächen erreicht. Da in der Referenz ein Wert von 54,8 ha pro Tag erreicht wird, ist die relative Veränderung als gering einzustufen. Dies gilt auch für den Beitrag für eine Zielerreichung im Jahr

2020 (63,7 ggü. 64,7 ha pro Tag). Insgesamt könnten jedoch durch die Neubesiedlungsabgabe 68 km² vor der teilweisen Versiegelung bewahrt werden.

Abbildung 27: Wirkung der Neubesiedlungsabgabe auf die Flächeninanspruchnahme nach Nutzungsarten



Quelle: Eigene Berechnungen.

Das Finanzierungssaldo steht im Jahr 2030 mit 1,2 Mrd. im Plus. Für die Mittel aus der Abgabe sind unterschiedliche Verwendungen vorstellbar. Naheliegend sind Maßnahmen, welche die Innenentwicklung in bestehenden Siedlungen stärken. Im Bereich Baulücken und Brachflächen gibt es große Potenziale, die in vielen Regionen einen großen Teil der Nachfrage decken könnten (BBSR 2013). Projekte, welche eine erfolgreiche Entwicklung und Vermarktung von Flächen im Innenbereich zum Ziel haben, sind mitunter teuer. Viele Standorte benötigen eine Behandlung von Altlasten. Mit einer Umlegung von Kosten auf zukünftige Käufer sind die Standorte nicht wettbewerbsfähig. Vorstellbar wäre entsprechend, dass solche Projekte aus dem Aufkommen, welches aus der Abgabe generiert wird, finanziert werden. Wenn das gesamte Aufkommen wieder investiert wird, so können die Beschäftigungsrückgänge fast vollständig kompensiert werden. Dies setzt jedoch voraus, dass mit den Investitionen zu einem großen Teil Bauleistungen (Tiefbau) angesprochen werden müssen.

Es ist abschließend festzuhalten, dass das Modell PANTA RHEI nicht zwischen Innen- und Außenentwicklung unterscheiden kann. Dadurch werden negative Impulse auf den Wohnungsbau tendenziell überzeichnet. Die Flächenintensität (vergleichbar mit der Grundstücksgröße im Wohnungsbau) reagiert zwar auf eine Flächenabgabe. Jedoch kann sie als übergeordnete Größe nicht die erhöhten Baukosten kompensieren. Das verwendete Modell enthält zudem keine regionalen Kenngrößen. Diese werden für Maßnahmen im Kontext der Siedlungsentwicklung als besonders wichtig eingestuft. Neben der regional sehr unterschiedlich verlaufenden Flächennachfrage gilt es zu berücksichtigen, dass eine zusätzliche Abgabe von 20Euro pro m² je nach Region sehr unterschiedlich wirkt. Diese und weitere Aspekte sind im regionalen Modell PANTA RHEI REGIO implementiert, das die Flächeninanspruchnahme auf Ebene der Kreise erklärt. Seine Ergebnisse wurden zuletzt vor allem für langfristige Projektionen sowie demographische Aspekte genutzt.²² Die letzte (Teil-)Aktualisierung geht

²² Im Jahr 2013 wurden zwei Szenarien aus dem Modellverbund PANTA RHEI REGIO und BBSR Raumordnungsprognose dem Netzwerk Vulnerabilität zur Verfügung gestellt. Das Netzwerk widmet sich der Frage, wie verletzlich (vulnerabel) Deutschland gegenüber dem Klimawandel ist.

jedoch auf das Jahr 2011 zurück, so dass dieses Instrumentarium für die vorliegende Studie nicht genutzt werden konnte.

7.3.3 Zusammenfassung

Mit einer nachhaltigen Agrarnutzung sowie mit einer Verminderung der Flächenversiegelung werden alle mit dem Faktor Boden verknüpften Aspekte der Umweltqualität adressiert. Diese Ziele sollten entsprechend einen hohen Stellenwert für die Transformation zu einer grüneren Wirtschaft und Gesellschaft haben. Fortschritte auf diesem Gebiet erreicht man jedoch kaum mit einer technischen Verbesserung von Ausrüstungen oder Bauten. Bodennutzung ist – noch mehr als in den Bereichen Energieeffizienz und Mobilität – abhängig von den Akteurskonstellationen und Standortbegebenheiten vor Ort. Das Szenario „Ökolandbau“ zeigt, dass Bodenschonung auch ohne starke gesamtwirtschaftliche Einbußen vorangebracht werden kann. Mehr biologischer Anbau hat sogar das Potenzial, Beschäftigung zu schaffen. Die Einführung einer Neubesiedlungsabgabe alleine kann die zunehmende Flächenversiegelung verringern. Ein Impuls für mehr Beschäftigung geht daraus jedoch nicht hervor, da die generierten Mittel im Modellkontext nicht „zweckgebunden“ wieder dem Wirtschaftskreislauf zugeführt werden.

In beiden Szenarien wird deutlich, dass Preisauftrieb bei den wichtigen Haushaltsausgaben wie „Wohnen“ und „Nahrungsmittel“ den Konsum und damit die Gesamtwirtschaft negativ beeinflusst. Gezielte Investitionen (z. B. Fonds für Brachflächenrecycling) oder Beratungsleistungen (z. B. Wohnortberatung, Bewusstseinsbildung) können gleichzeitig Umweltwirkung entfalten und auch Beschäftigung schaffen. Viele Maßnahmen müssen jedoch regionsspezifisch erfolgen, um zielgerichtet zu sein. Sowohl „weiche“ Instrumente wie Information und Beratung als auch regionalspezifische Maßnahmen konnten hier nicht umfassend modelliert werden.

8 Schlussfolgerungen und Ausblick

Diese Untersuchung gibt einen ersten Überblick über die Beschäftigungschancen auf dem Weg zu einer Green Economy. Dabei konnte der grundlegende Strukturwandel, der mit diesem Übergang einhergehen wird, zum Teil in ersten Näherungen abgebildet werden. Die Veränderung der Vorleistungsstruktur beim Übergang zu elektrischen Antrieben, der Übergang zu materialsparenden Produktionsprozessen und die veränderten Inputs in die landwirtschaftliche Produktion bei Übergang zu einer stärker ökologisch geprägten Landwirtschaft sind einige Beispiele. Die grundlegenden Zusammenhänge der Wirtschaft bleiben erhalten, vor allem im Zeithorizont bis 2030. Zusätzliche Investitionen haben belebende Impulse, Preiserhöhungen beziehungsweise Veränderungen der relativen Preise können sich dämpfend auswirken. Etliche Maßnahmen gehen mit einer Erhöhung der Bautätigkeit einher. Das Baugewerbe profitiert von Energieeffizienzmaßnahmen bei Wohn- und Bürogebäuden, Schulen oder Krankenhäusern, von Radwegen und der Verbesserung der Radinfrastruktur oder vom Ausbau erneuerbarer Energien. Der Sektor selbst recycelt zwar schon einen erheblichen Teil seiner Materialien, ist aber dennoch für einen großen Teil des Ressourcen- und Materialverbrauchs in Deutschland verantwortlich. 44% der eingesetzten Materialien insgesamt (inländische Entnahme und Einfuhr) werden im Bau eingesetzt – für den Bereich der inländischen Entnahmen sind es sogar 68%. Mittels einer Abgabe auf Baumaterialien lässt sich dieser Einsatz senken.

Das mit dieser Abgabe erzielte Aufkommen ebenso wie das Aufkommen aus der Lkw-Maut oder aus der Flächenabgabe wird in den in der vorliegenden Untersuchung erdachten Szenarien für Zwecke eingesetzt, die die Transformation zur Green Economy stärken. So werden Maßnahmen zur Renaturierung, zum Schutz von Flächen, zur Bodensanierung und Altlastensanierung ebenso unterstützt wie der Ausbau der Radinfrastruktur. Die Durchführung dieser Maßnahmen gibt Dienstleistungsbereichen, die mit der Planung solcher Maßnahmen befasst sind und beispielsweise dem Garten- und Landschaftsbau ein stärkeres Gewicht. Die Wirtschaftsstruktur wird auch dadurch in Richtung einer Green Economy verändert.

Eine Besonderheit der vorliegenden Untersuchung stellt die Berücksichtigung von neuen Chancen für die deutsche Industrie auf den globalen Märkten für Klima- und Umweltgüter in den Szenarien dar. Zunächst wird das Volumen des Welthandels für diese Güter differenziert nach Güter- und Ländergruppen für das Jahr 2012 abgebildet. Anschließend lässt sich zeigen, wie sich das Welthandelsvolumen ex ante in den Stichjahren 2020 und 2030 entwickeln könnte. Mit Annahmen über die Lieferanteile Deutschlands am Welthandel lassen sich dann im Rahmen eines „Welthandelsmodells Umweltschutz- und Zukunftstechnologiegüter“ die deutschen Exporte dieser Güter abschätzen. Wird der Übergang zur Green Economy durch flankierende Maßnahmen beschleunigt und gelingt es Deutschland, ein auch international glaubhaftes Bild dieser Entwicklung zu entwerfen, können zusätzliche Exportchancen entstehen. Mögliche Größenordnungen, die sich unter bestimmten Annahmen dafür bis 2030 ergeben könnten, werden mit Hilfe des Welthandelsmodells ermittelt. Diese Exporte werden den verschiedenen Maßnahmenbündeln zugeschlagen. So wirken sich verstärkte Anstrengungen auf dem Weg in eine effizientere Welt auf die Exporte von Effizienztechnologien, von Prozessen, die zur Materialeinsparung führen, und auf Messinstrumente zur Kontrolle von Verbräuchen und Prozesskennwerten aus.

Die detaillierte Abbildung von zusätzlichen Exporten soll jedoch nicht den fast schon auf der Hand liegenden gesamtwirtschaftlichen Impuls illustrieren, sondern vielmehr Einblick in die Struktur der Green Economy erlauben. Die „grünen Exporte“ gehen auch von Wirtschaftszweigen aus, die ohne den Übergang nicht so erhebliche Impulse ausüben würden. So zeigt sich beispielsweise die Windindustrie als ausgesprochen erfolgreich auf den globalen Märkten und erwirtschaftet derzeit um die 70% ihres Umsatzes durch Exporte.

Ein wesentliches Kennzeichen der Green Economy sollte die Umweltentlastung sein. Alle hier vorgestellten Szenarien weisen erhebliche Rückgänge bei den Treibhausgasemissionen, der Lärmbelastung, dem Flächenverbrauch oder der Ressourcenentnahme aus. In Kombination mit den zusätzlichen Exporten verschlechtern sich einige dieser Indikatoren ein wenig infolge der höheren wirtschaftlichen Aktivität. Die Verbesserung gegenüber dem Referenzszenario bleibt jedoch in allen Szenarien bestehen.

Besonders bei den flächennutzungsbezogenen Simulationen fällt auf, dass sich der Umweltvorteil nicht direkt in ökonomische Vorteilhaftigkeit übersetzen lässt. Zur Ermittlung der Effekte der Neubesiedelungsabgabe im Detail müssten die Substitutionsmöglichkeiten der betreffenden Flächen durch Verdichtung im städtischen Raum, Erschließen von Brachen etc. bekannt sein. Auch in anderen Bereichen ist bislang zu wenig erforscht, wie sich Veränderungen anreizen lassen und in welche Richtung sie gehen werden. Die verstärkte Nutzung des Fahrrads wird wahrscheinlich nicht allein oder zuallererst durch eine Verbesserung der Infrastruktur angereizt; letztere ist jedoch notwendig, wenn der Fahrradverkehr wächst.

Gesamtwirtschaftliche Modelle können alternative neue Zukunftspfade so gut abbilden, wie die besten Bottom-up-Szenarien diese Pfade beschreiben. Daher dienen die vorgelegten Simulationen dem Ausloten des Möglichkeitsraums und als Startpunkt für die weitere Diskussion der Aspekte der Transformation zu einer Green Economy. Als Fazit bleibt festzuhalten, dass die positiven Effekte überwiegen. Sofern Technologien die Transformation treiben, ist Deutschland gut aufgestellt, diese Technologien weiterzuentwickeln und auch auf den globalen Märkten anzubieten. Auch andere Wirtschaftszweige wie die Bauwirtschaft und eine Vielzahl von Dienstleistungen sind in der grüneren Zukunft gefragt und können sich auf steigende Nachfrage einstellen.

9 Quellenverzeichnis

- AG Energiebilanzen (2014): Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland.
- Arimura, T., Hibiki, A. & Johnstone, N. (2007): An empirical study of environmental R&D: What encourages facilities to be environmentally-innovative? In: Johnstone, N. (ed.): Environmental policy and corporate behaviour. Cheltenham.
- Barker, T., De-Ramon, S. & Pollitt, H. (2009): Revenue Recycling and Labour Markets: Effects on Costs of Policies for Sustainability. In: Bosetti, V., Gerlagh, R. & Schleicher, S.P. (ed.): Modelling Sustainable Development – Transitions to a Sustainable Future.
- Bassi, A.M. (2009): Analyzing the role of integrated, dynamic, national development planning models to support policy formulation and evaluation. The 3rd OECD World Forum on “Statistics, Knowledge and Policy”.
- Baum, H., Dobberstein, J. & Schuler, B. (2011): Nutzen-Kosten-Analyse der Elektromobilität. Kölner Diskussionsbeiträge zur Verkehrswissenschaft.
- BBSR [Hrsg.] (2013): Innenentwicklungspotenziale in Deutschland. Bonn.
- Beise, M. (2004): Lead markets: country-specific drivers of the global diffusion of innovations. Research Policy, Volume 33, Issue 6-7, 997-1018.
- Blazejczak, J. & Edler, D. (2004): Could Too Little and Too Much Turn Out to be Just Right? – On The Relevance of Pioneering Environmental Policy. In: Jacob, K.; Binder, M. und A. Wieczorek (Hrsg.): Governance for Industrial Transformation. Proceedings of the 2003 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, Environmental Policy Research Centre, 67-78.
- BMEL (2014): Ökologischer Landbau in Deutschland. Stand Juli 2014. Berlin.
- Blazejczak, J., Braun, F.G., Edler, D. & Schill, W-P. (2011): Economic Effects of Renew-able Energy Expansion – A Model-Based Analysis for Germany.
- BMEL (2015): Eine Zukunftsstrategie für den ökologischen Landbau. <http://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachhaltige-Landnutzung/Oekolandbau/Texte/ZukunftsstrategieOekologischerLandbau.html?nn=309814>. aufgerufen im September 2015.
- BMELV / oekolandbau.de (2006): Informationsmaterial für Berufsschulen und die berufliche Bildung Landwirtschaft zum Thema „Öko-Landbau“ – Umstellung, Deckungsbeitrag, Vergleich der Kostenstrukturen.
- BMELV-Statistik (2015): Die wirtschaftliche Lage der landwirtschaftlichen Betriebe, Buchführungsergebnisse der Testbetriebe 2013/14. www.bmelv-statistik.de. aufgerufen am 4. August 2015.
- BMU (2012a): GreenTech made in Germany 3.0 – Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland.
- BMU (2012b): Green Economy – Neuer Schwung für Nachhaltigkeit.
- BMVBS (2009): Nationales Verkehrslärmschutzpaket II. 27. August 2009. Berlin.
- BMVBS [Hrsg.] (2013): Verkehr in Zahlen 2013/2014.
- BMVI (2015): Lärmabhängiges Trassenpreissystem - Förderrichtlinie ist seit 15. Dezember 2013 in Kraft. <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/LA/laermabhaengiges-trassenpreissystem.html>. aufgerufen im September 2015.
- BMWi & BMU (2012): Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“.
- BMWi (2011): 2. Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland.
- BMWi (2014a): Bericht über die langfristige Strategie zur Mobilisierung von Investitionen in die Renovierung des nationalen Gebäudebestandes – Mitteilung der Regierung der Bundesrepublik Deutschland an die Kommission der Europäischen Union vom 16. April 2014. Berlin.
- BMWi (2014b): Die Energie der Zukunft – Erster Fortschrittsbericht zur Energiewende.
- Böhringer, C., Keller, A. & van der Werf, E. (2012): Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts of renewable energy promotion. Energy Econ. (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.029>.

- Bundesregierung (2015): Entwurf des Fortschrittsberichts zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel – Anhang 1 Vulnerabilitätsanalyse. Berlin 26.05.2015.
- Cambridge Econometrics & bio Intelligence Service (2014): Study on modelling of the economic and environmental impacts of raw material consumption. European Commission technical report 2014-2478.
- Cambridge Econometrics, GHK, Warwick IER (2011): Studies on Sustainability Issues – Green Jobs; Trade and Labour, Final Report for the European Commission, DG Employment.
- Dena (2015): Energieeffiziente Kommune. <https://www.dena.de/de/themen-projekte/projekte/gebäude/energieeffiziente-kommune/>
- Destatis (2010): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen – Input-Output-Tabellen 2007. Fachserie 18 Reihe 2, Wiesbaden.
- Destatis (2014a): Betriebe mit ökologischen Landbau, Agrarstrukturerhebung 2013. Fachserie 3 Reihe 2.2.. Wiesbaden.
- Destatis (2014b): Arbeitskräfte, Agrarstrukturerhebung 2013. Fachserie 3 Reihe 2.1.8. Wiesbaden
- Destatis (2014c): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland – Indikatorenbericht 2014, Wiesbaden.
- Destatis (2015): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktberechnung, Detaillierte Jahresergebnisse, Fachserie 18, Reihe 1.4, Wiesbaden
- Deutscher Bundestag (2015): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Matthias Gastel, Stephan Kühn (Dresden), Tabea Rößner, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Drucksache 18/4244.
- Diefenbach, N., Loga, T., Gabriel, J. & Fette, M. (2011): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ 2010 und „Ökologisch / Energieeffizient Bauen“ 2006-2010. Auftraggeber: KfW Bankengruppe. Frankfurt.
- Diefenbach, N., Stein, B. Loga, T., Rodenfels, M., Gabriel, J. & Fette, M. (2014): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2013. Auftraggeber: KfW Bankengruppe. Frankfurt.
- Diefenbach, N., Stein, B. Loga, T., Rodenfels, M., Gabriel, J. & Fette, M. (2012): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2011. Auftraggeber: KfW Bankengruppe. Frankfurt.
- Distelkamp, M., Großmann, A., Hohmann, F., Lutz, C., Ulrich, P. & Wolter, M. I. (2009): PANTA RHEI REGIO - Ein Modellsystem zur Projektion der künftigen Flächeninanspruchnahme in Deutschland und zur Folgenabschätzung fiskalischer Maßnahmen. GWS Discussion Paper 2009/7. Osnabrück.
- Distelkamp, M., Meyer, B. & Meyer, M. (2011): Quantitative und qualitative Analyse der ökonomischen Effekte einer forcierten Ressourceneffizienzstrategie – Kurzfassung der Ergebnisse des Arbeitspaketes 5 des Projektes »Materialeffizienz und Ressourcenschonung« (MaRes). Ressourceneffizienz Paper 5.2. Wuppertal.
- Dosch, F. & Beckmann, G. (2011): Auf dem Weg, aber noch nicht am Ziel – Trends der Siedlungsflächenentwicklung. BBSR-Berichte.
- Drosowski, T. & Lutz, C. (2014): Weiterentwicklung des aktualisierten PANTA RHEI Modells um sozioökonomische Aspekte. Endbericht zur Durchführung des IT-Projekts Nr. 29992 im Auftrag des Umweltbundesamtes. GWS Research Report 2014/1. Osnabrück.
- DVZ (2015): Ruf nach Abwrackprämie. Deutsche Verkehrszeitung. 5. Februar 2015.
- EC (2007): A lead market initiative for Europe, Communication of the EU Commission (COM 2007-860), Brussels.
- ECF (2011): Roadmap 2050, Practical Guide to a prosperous, low-carbon Europe. Volume 1.
- Edler, D. & Blazejczak, J. (2016): Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland im Jahr 2012, Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 01/2016.
- FGSV (2010): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen. Ausgabe 2010.
- Fouré, J., Benassy-Quere, A. & Fontagne, L. (2012): The Great Shift: MaGE Projections for the World Economy at the 2050 Horizon, CEPII Working Paper 2012-03.

- Fouré, J., Benassy-Quere, A. & Fontagne, L. (2013): Modelling the world economy at the 2050 horizon, *Economics of Transition*, Volume 21, Issue 4, pages 617–654, October 2013.
- Fraunhofer IAO, DLR-FK & IMU Institut (2012): *Elektromobilität und Beschäftigung – Wirkung der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf Beschäftigung und Standortumgebung (ELAB)*. Stuttgart.
- Fraunhofer ISI, EEG, ECOFYS, rütter+partner, LEI, Seureco (2009): *EmployRES The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union*. Final Report for the European Commission, DG Energy and Transport.
- Fraunhofer ISI, GWS, IZES, DIW (2011): *Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt*. Update der quantifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen für 2010. Karlsruhe, Osnabrück, Saarbrücken, Berlin.
- Fraunhofer ISI, INFRAS & ifeu (2013): *Wirtschaftliche Aspekte nichttechnischer Maßnahmen zur Emissionsminderung im Verkehr*, Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Karlsruhe, Zürich, Heidelberg.
- Fraunhofer ISI, PIK, ECF, Öko-Zentrum NRW, BSR-Sustainability (2008): *Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland – Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*. Endbericht.
- Gehrke, B., Schasse, U. (2013): *Umweltschutzgüter – wie abgrenzen? Methodik und Liste der Umweltschutzgüter 2013*. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 01/2013.
- Gehrke, B., Schasse, U., Ostertag, K. (2014): *Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Produktion – Außenhandel – Forschung – Patente: Die Leistungen der Umweltschutzwirtschaft in Deutschland*. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 01/2014.
- GHK (2007): *Impacts of Structural Change: Implications for policies supporting transition to a Green Economy*. Final Report.
- GHK (2011): *Evaluating the Potential for Green Jobs in the next Multi-annual Financial Framework*.
- Groba, F. (2011): *Determinants of Trade with Solar Energy Technology Components: Evidence on the Porter Hypothesis?*, Discussion Papers 1163, DIW.
- GWS, EWI & Prognos (2014): *Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende*. Projekt Nr. 31/13 des BMWi. Osnabrück, Köln, Basel.
- Held, B., Haubach, C. (2015): *Lohnen sich umweltfreundlichere Personenkraftwagen? Eine Analyse der Kosten und Umweltwirkungen*.
- Helms, H., Jöhrens, J., Kämper, C., Giegrich, J., Liebich, A., Vogt R. & Lambrecht, U. (2016): *Weiterentwicklung und vertiefte Analyse der Umweltbilanz von Elektrofahrzeugen*. UBA Texte 27/2016, Dessau.
- Holmström, B. R. & Tirole, J. (1987): *The Theory of the Firm*. In: R. Schmalensee, R. Willig: *Handbook of Industrial Organization*, Vol. 1, Amsterdam, 61-133.
- Holtermann, M., Radeke, J., Weinmann, J., Massiani, J., Hemmert, G., Gohs, A. & Witsch, I. (2011): *Marktmodell Elektromobilität – Bericht*. Teil 1. ESMT Berlin.
- IER & IZT (2014): *Evaluation ausgewählter Maßnahmen zur Energiewende*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Juli 2014. Berlin.
- ifeu, Fraunhofer ISI, Prognos, GWS et al. (2011): *Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative*. Endbericht des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“. Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg.
- ILO (2012): *Working towards sustainable development: Opportunities for decent work and social inclusion in a green economy*. ILO. Genf.
- IMF (2014): *International Monetary Fund: World Economic Outlook Database April 2014* (<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2014/01/weodata/index.aspx>) (15.10.2014)

- IPCC (2007): Climate Change 2007. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jaeger, C., Paroussos, L., Mangalagiu, D., Kupers, R., Mandel, A. & Tabara, J.D. (2011): A New Growth Path for Europe – Generating Prosperity and Jobs in the Low-Carbon Economy. Final Report. A study commissioned by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.
- Jänicke, M. (2012): “Green growth”: From a growing eco-industry to economic sustainability. *Energy Policy* 48 pp. 13-21.
- Kozluk, T. & Zipperer, V. (2014): Environmental policies and productivity growth – a critical review of empirical findings, OECD Economics Department Working Papers, No. 1096, OECD Publishing, Paris.
- Kraftfahrtbundesamt [KBA] (2011): Fachartikel Emissionen und Kraftstoffe, Stand 15.03.2011, Flensburg.
- Krugman, P. (1980): Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade”, *The American Economic Review*, Vol. 70, No. 5, pp. 950-959.
- L Zar G (2009): Verbundprojekt „Leiser Zug auf realem Gleis“, Präsentation im Rahmen des Symposiums 10 Jahr Leiser Verkehr. 04.12.2009. Berlin.
- Lehr, U. & Drosdowski, T. (2013): Soziale Verteilungswirkungen der EEG-Umlage, GWS Discussion Paper Nr. 2013/3, Osnabrück.
- Lehr, U., Edler, D., O’Sullivan, M., Peter, F., Bickel, P., Ulrich, P., Lutz, C., Thobe, I., Simon, S., Naegler, T., Pfenning, U. & Sakowski, F. (2015): Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland: Ausbau und Betrieb heute und morgen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Osnabrück, Berlin, Stuttgart, März 2015.
- Lehr, U., Lutz, C. & Ulrich, P. (2012): Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klima-politischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2011. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- Lehr, U., Lutz, C. & Ulrich, P. (2013): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen und –instrumenten - Ökonomische Analyse der Politikszenerien für den Klimaschutz VI. *Climate Change* 21/2013. Dessau-Roßlau.
- Lehr, U., Lutz, C., Edler, D., O’Sullivan, M., Nienhaus, K., Nitsch, J., Breitschopf, B., Bickel, P. & Ottmüller, M. (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Februar 2011. Osnabrück, Stuttgart, Berlin. [zitiert als Lehr et al.
- Lehr, U., Mönning, A., Wolter, M. I., Lutz, C., Schade, W. & Krail, M. (2011): Die Modelle ASTRA und PANTA RHEI zur Abschätzung gesamtwirtschaftlicher Wirkungen umweltpolitischer Instrumente – ein Vergleich. GWS Discussion Paper 11/4, Osnabrück. [zitiert als Lehr et al. (2011b)]
- Lehr, U., Nitsch, J., Kratzat, M., Lutz, C. & Edler, D. (2007): Exportmärkte und Beschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 07/2007, S. 8-12.
- Ludewig, D. & Meyer, E. (2012): Ressourcenschonung durch die Besteuerung von Primärbaustoffen. FÖS-Diskussionspapier. März 2012.
- Lutz, C., Zieschank, R. & Drosdowski, T. (2015): Green Economy: Nachhaltige Wohlfahrt messbar machen unter Nutzung der umweltökonomischen Gesamtrechnungs-(UGR) Daten. Umweltbundesamt Texte 69/2015. Dessau.
- Margolis, J. D. & Walsh, J. P. (2003): Misery Loves Companies: Rethinking Social Initiatives by Business. *Administrative Science Quarterly*, 48, 268–305.
- Martinelli, A. & Midttun, A. (2012): Towards green growth and multilevel governance. Editorial for *Energy Policy* 48 pp. 1-12.
- Meyer, B. (2011): Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment. Study for the European Commission, DG Environment.
- Meyer, B., Diefenbacher, H., Zieschank, R. & Ahlert, G. (2012): Synopse aktuell diskutierter Wohlfahrtsansätze und grüner Wachstumskonzepte. FFU-Report 03/2012.
- Meyer, B.; Distelkamp, M.; Beringer, T. (2015): Report about integrated scenario interpretation – GINFORS / LPJmL results. Deliverable 3.7a POLFREE project.

- 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
- Meyer-Krahmer, F. (2004): Vorreiter-Märkte und Innovation, in: Steinmeier, F.W. und Machnig, M. (eds.): Made in Deutschland 21, Hamburg, 95-110
- Nationale Plattform Elektromobilität [NPE] (2011): Zweiter Bericht der Nationalen Plattform Elektromobilität, inkl. Anhang.
- Nieberg, H., Kuhnert, H. & Sanders, J. (2011): Förderung des ökologischen Landbaus in Deutschland – Stand, Entwicklung und internationale Perspektive. Landbauforschung Sonderheft 347.
- O’Sullivan, M., Lehr, U. & Edler, D. (2015): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz - Zulieferung für den Monitoringbericht 2015. Teilstudie zu einem Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- OECD (2011): Towards Green Growth. OECD Publishing.
- OECD (2012): The jobs potential of a shift towards a low-carbon economy. Final Report for the European Commission, DG Employment.
- Oekolandbau.de (2015): Ökolandbau schützt das Grundwasser. <https://www.oekolandbau.de/erzeuger/umwelleleistungen/wasserschutz/oekolandbau-schuetzt-das-grundwasser/>. aufgerufen am 22.10.2015.
- Öko-Institut & Fh-ISI (2015): Klimaschutzszenario 2050. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- Öko-Institut (2009): Renewbility – Stoffstromanalyse nachhaltige Mobilität im Kontext erneuerbarer Energien bis 2030. Berlin.
- Öko-Institut (2012): Renewbility II – Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs. Berlin.
- Orlitzky, M., Schmidt, F. I. & Rynes, S. L. (2003): Corporate social and financial performance: A meta-analysis. Organization Studies, 24, 403–441.
- Paech, N. (2012): Vom grünen Feigenblatt zur Postwachstumsökonomie. Ökologisches Wirtschaften 4/2012 S. 17-19.
- Petschow, U., Zimmermann, T., Distelkamp, M. & Lutz, C. (2007): Wirkungen fiskalischer Steuerungsinstrumente auf Siedlungsstrukturen und Personenverkehr vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung. Berlin, Osnabrück.
- Popp, D. 2006: International innovation and diffusion of air pollution control technologies: The effects of NO_x and SO₂ regulation in the US, Japan, and Germany. In: Journal of Environmental Economics and Management, 51(1), 46–71.
- Porter, M. E. & van der Linde, C. (1995): Toward a New Conception of the Environment- Competitiveness Relationship, The Journal of Economic Perspectives, Volume 9, Number 4, 97-118.
- Porter, M. E. (1990): The Competitive Advantage of Nations, New York.
- Rogall, H. & Scherhorn, G. (2012): Brennpunkt Green Economy. In: Rogall et al. (Hrsg.): 2. Jahrbuch Nachhaltige Ökonomie – Im Brennpunkt: Green Economy.
- Roland Berger (2012): GreenTech made in Germany 3.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland. Roland Berger Strategy Consultants.
- Sanders, J., Offermann, F. & Nieberg, H. (2012): Wirtschaftlichkeit des ökologischen Landbaus in Deutschland unter veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen. Landbauforschung Sonderheft 364.
- Sartorius, C. & Walz, Rainer (2013): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen des potenziellen Produktivitätsanstiegs der Fördermaßnahme r² – Arbeitspapier im Rahmen des r²-Integrations- und Transferprojektes.
- Sauvage, J. (2014): The Stringency of Environmental Regulations and Trade in Environmental Goods. OECD Trade and Environment Working Papers 2014/03. http://www.oecd-ilibrary.org/trade/the-stringency-of-environmental-regulations-and-trade-in-environmental-goods_5jxrjn7xsnmq-en (6.10.2015).

- Schaack, D., Rampold, C. & Behr, H.C. (2014): Strukturdaten im ökologischen Landbau in Deutschland 2013 – Bodennutzung, Tierhaltung und Verkaufserlöse. AMI Markt Studie.
- Schlick, T., Hertel, G., Hagemann, B., Maiser, E. & Kramer, M. (2011): Zukunftsfeld Elektromobilität. Chancen und Herausforderungen für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau. Roland Berger Strategy Consultants.
- Schmidt, T. & Osterburg, B. (2013): Berichtsmodul ‚Landwirtschaft und Umwelt‘ in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen – Tabellenband. Statistisches Bundesamt. Wiesbaden.
- Spath, D., Bauer, W., Friedrich, H.E., Dispan, J. et al. (2012): ELAB Wirkungsanalyse alternativer Antriebskonzepte am Beispiel einer idealtypischen Antriebsstrangproduktion.
- Stern, Nicholas (2006): The Economics of Climate Change: The Stern Review, Cambridge University Press, Cambridge.
- TEEB (2010) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB
- UBA (2014): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Climate Change 07/2014. Dessau.
- UBA (2015): Indikator Lärmbelastung – Belastung der Bevölkerung durch Verkehrslärm nach Umgebungslärmrichtlinie. <http://www.umweltbundesamt.de/indikator-laermbelastung>. aufgerufen am 22.10.2015.
- UNEP (2008): Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world. Report produced by Worldwatch Institute.
- UNEP (2011): Towards a Green Economy – Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.
- Valentine-Urbschat, M. & Bernhart, W. (2009): Powertrain 2020 – The Future Drives Electric. Roland Berger Strategy Consultants.
- van der Slot, A., van den Berg, W. (2012): Clean Economy, Living Planet – The Race to the Top of Global Clean Energy Technology Manufacturing.
- Verband der Güterwagenhalter in Deutschland e.V. (VPI) (2015): Geht das auch Leiser? 7 Fragen – 7 Antworten zur Lärmreduzierung im Schienengüterverkehr, Hamburg.
- Walz, R., Dreher, C., Marscheider-Weidemann, F., Nathani, C., Schirrmeister, E., Schleich, J., Schneider, R. & Schön, M. (2001): Arbeitswelt in einer nachhaltigen Wirtschaft – Analyse der Wirkungen von Umweltschutzstrategien auf Wirtschaft und Arbeitsstrukturen. Umweltbundesamt. Texte 44/01. Berlin.
- Walz, R., Ostertag, K., Doll, C., Eichhammer, W., Frietsch, R., Helfrich, N., Marscheider-Weidemann, F., Sartorius, C., Fichter, K., Beucker, S., Schug, H., Eickenbusch, H., Zweck, A., Grimm, V. & Luther, W. (2008): Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes. Reihe Umwelt, Innovation, Beschäftigung des Umweltbundesamtes 03/2008.
- WHO (2014): Unlocking new opportunities – Jobs in green and healthy transport.
- Zimmer, W., Hacker, F., Rausch, L., Fritsch, U., Cyganski, R., Justen, A., Knitschky, G., Lischke, A., Mehlin, M., Müller, S., Schade, W., Hartwig, J. & Sievers, L. (2013): Weiterentwicklung des Analyseinstruments Renewbility. RENEWBILITY II – Szenario für einen anspruchsvollen Klimaschutzbeitrag des Verkehrs. UBA Texte 84/2013.

10 Anhang 1

Tabelle 30: Länderliste

ISO3-Code	Ländername	ISO3-Code	Ländername	ISO3-Code	Ländername
Ländergruppe 1 (EU 28)					
AUT	Austria	FRA	France	MLT	Malta
BEL	Belgium	GBR	United Kingdom	NLD	Netherlands
BGR	Bulgaria	GRC	Greece	POL	Poland
CYP	Cyprus	HRV	Croatia	PRT	Portugal
CZE	Czech Republic	HUN	Hungary	ROM	Romania
DEU	Germany	IRL	Ireland	SVK	Slovak Republic
DNK	Denmark	ITA	Italy	SVN	Slovenia
ESP	Spain	LTU	Lithuania	SWE	Sweden
EST	Estonia	LUX	Luxembourg		
FIN	Finland	LVA	Latvia		
Ländergruppe 2 (Andere OECD)					
AUS	Australia	ISR	Israel	NZL	New Zealand
CAN	Canada	JPN	Japan	TUR	Turkey
CHE	Switzerland	KOR	Korea, Rep.	USA	United States
CHL	Chile	MEX	Mexico		
ISL	Iceland	NOR	Norway		
Ländergruppe 3 (Sonstige Hocheinkommensländer)					
ABW	Aruba	GRL	Greenland	OMN	Oman
AND	Andorra	GUM	Guam	PYF	French Polynesia
ARE	United Arab Emirates	HKG	Hong Kong, China	QAT	Qatar
BHR	Bahrain	KWT	Kuwait	SAU	Saudi Arabia
BHS	Bahamas, The	LIE	Liechtenstein	SGP	Singapore
BMU	Bermuda	MAC	Macao	SMR	San Marino
BRN	Brunei	MNP	Northern Mariana Islands	TWN	Taiwan, China
CYM	Cayman Islands	NCL	New Caledonia	YUG	Yugoslavia, FR (Serbia/Montenegro)
Ländergruppe 4 (BRICS)					
BRA	Brazil	IND	India	ZAF	South Africa
CHN	China	RUS	Russian Federation		
Ländergruppe 5 (Nicht-OECD Next Eleven)					
BGD	Bangladesh	IRN	Iran, Islamic Rep.	PHL	Philippines
EGY	Egypt, Arab Rep.	NGA	Nigeria	VNM	Vietnam
IDN	Indonesia	PAK	Pakistan		

ISO3-Code	Ländername	ISO3-Code	Ländername	ISO3-Code	Ländername
Ländergruppe 6 (Mittel- und Niedrigeinkommensländer Europa)					
ALB	Albania	GEO	Georgia	MKD	Macedonia, FYR
ARM	Armenia	KAZ	Kazakhstan	TJK	Tajikistan
AZE	Azerbaijan	KGZ	Kyrgyz Republic	TKM	Turkmenistan
BIH	Bosnia and Herzegovina	KSV	Kosovo	UKR	Ukraine
BLR	Belarus	MDA	Moldova	UZB	Uzbekistan
Ländergruppe 7 (Mittel- und Niedrigeinkommensländer Ostasien und Pazifik)					
ASM	American Samoa	MMR	Myanmar	THA	Thailand
FJI	Fiji	MNG	Mongolia	TON	Tonga
FSM	Micronesia, Fed. Sts.	MYS	Malaysia	TUV	Tuvalu
KHM	Cambodia	PLW	Palau	VUT	Vanuatu
KIR	Kiribati	PNG	Papua New Guinea	WSM	Samoa
LAO	Lao PDR	PRK	Korea, Dem. Rep.		
MHL	Marshall Islands	SLB	Solomon Islands		
Ländergruppe 8 (Mittel- und Niedrigeinkommensländer Lateinamerika und Karibik)					
ARG	Argentina	GRD	Grenada	PAN	Panama
BLZ	Belize	GTM	Guatemala	PER	Peru
BOL	Bolivia	GUY	Guyana	PRY	Paraguay
COL	Colombia	HND	Honduras	SLV	El Salvador
CRI	Costa Rica	HTI	Haiti	SUR	Suriname
CUB	Cuba	JAM	Jamaica	URY	Uruguay
DMA	Dominica	KNA	St. Kitts and Nevis	VCT	St. Vincent and the Grenadines
DOM	Dominican Republic	LCA	St. Lucia	VEN	Venezuela
ECU	Ecuador	NIC	Nicaragua		
Ländergruppe 9 (Mittel- und Niedrigeinkommensländer Mittlerer Osten und Nordafrika)					
DJI	Djibouti	LBN	Lebanon	TUN	Tunisia
DZA	Algeria	LBY	Libya	YEM	Yemen
IRQ	Iraq	MAR	Morocco		
JOR	Jordan	SYR	Syrian Arab Republic		
Ländergruppe 10 (Mittel- und Niedrigeinkommensländer Südasien)					
AFG	Afghanistan	LKA	Sri Lanka	NPL	Nepal
BTN	Bhutan	MDV	Maldives		

ISO3-Code	Ländername	ISO3-Code	Ländername	ISO3-Code	Ländername
Ländergruppe 11 (Mittel- und Niedrigeinkommensländer Sub-Sahara-Afrika)					
AGO	Angola	GMB	Gambia, The	SEN	Senegal
BDI	Burundi	GNB	Guinea-Bissau	SLE	Sierra Leone
BEN	Benin	KEN	Kenya	SOM	Somalia
BFA	Burkina Faso	LBR	Liberia	STP	Sao Tome and Principe
BWA	Botswana	LSO	Lesotho	SUD	Südsudan
CAF	Central African Republic	MDG	Madagascar	SWZ	Swaziland
CIV	Cote d'Ivoire	MLI	Mali	SYC	Seychelles
CMR	Cameroon	MOZ	Mozambique	TCD	Chad
COG	Congo, Rep.	MRT	Mauritania	TGO	Togo
COM	Comoros	MUS	Mauritius	TZA	Tanzania
CPV	Cape Verde	MWI	Malawi	UGA	Uganda
ERI	Eritrea	MYT	Mayotte	ZAR	Congo, Dem. Rep.
ETH	Ethiopia (excludes Eritrea)	NAM	Namibia	ZMB	Zambia
GAB	Gabon	NER	Niger	ZWE	Zimbabwe
GHA	Ghana	RWA	Rwanda		
GIN	Guinea	SDN	Sudan		

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

11 Anhang 2

Tabelle 31: Importe von ZT-Gütern aus Deutschland als Anteil an allen Importen (Lieferanteile Deutschlands) von ZT-Gütern 2012 in % nach ausgewählten Ländern

Ländergruppen	Zusammen	darunter:				
		Wasserwirtschaft	Energieerzeugung	Energieeffizienz	Rohstoff-/Materialeffizienz	Mobilität
EU28	21,8%	20,5%	18,9%	18,8%	12,5%	25,0%
Österreich	48,7%	57,1%	39,7%	54,5%	37,5%	50,1%
Spanien	23,3%	21,1%	27,0%	23,4%	4,2%	29,4%
Frankreich	37,6%	21,2%	25,5%	23,9%	15,3%	44,3%
Vereinigtes Königreich	27,1%	18,6%	13,6%	16,0%	7,1%	33,9%
Italien	25,8%	27,3%	29,1%	24,0%	12,8%	30,4%
Niederlande	21,7%	23,5%	16,2%	17,6%	19,1%	24,8%
Polen	32,3%	36,6%	31,2%	32,0%	23,0%	34,0%
Übrige	12,8%	14,7%	13,4%	13,0%	9,9%	13,2%
Sonstige OECD-Länder	11,4%	10,2%	8,7%	9,4%	3,0%	13,6%
Japan	12,2%	5,9%	4,5%	5,9%	0,9%	22,1%
USA	10,4%	9,3%	8,6%	6,6%	3,0%	12,0%
Übrige	12,5%	11,8%	9,4%	13,5%	3,7%	14,6%
BRICS-Länder	16,0%	15,7%	13,6%	19,1%	2,6%	22,4%
Brasilien	8,6%	9,4%	8,2%	12,1%	7,0%	7,8%
China	18,0%	19,4%	14,7%	22,7%	2,0%	32,6%
Indien	8,7%	11,3%	12,5%	12,5%	2,4%	14,0%
Übrige	19,1%	18,0%	14,7%	20,6%	9,6%	19,8%
Alle Länder	14,8%	13,5%	12,5%	13,2%	6,1%	17,6%

Quelle: COMTRADE, Berechnungen des DIW Berlin.