

CLIMATE CHANGE

21/2013

Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten

Ökonomische Analyse der Politikszenerarien
für den Klimaschutz VI

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 3711 14 108
UBA-FB XXX

Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen und - instrumenten

Ökonomische Analyse der Politikszenerarien für den Klimaschutz VI

von

Ulrike Lehr, Christian Lutz, Philip Ulrich

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH,
Osnabrück

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gesamtwirtschaftliche-wirkungen-von-0> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4359

Durchführung der Studie:	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung Heinrichstr. 30, 49080 Osnabrück
Abschlussdatum:	Mai 2013
Herausgeber:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0 Telefax: 0340/2103 2285 E-Mail: info@umweltbundesamt.de Internet: http://www.umweltbundesamt.de http://fuer-mensch-und-umwelt.de/
Redaktion:	Fachgebiet I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen, nachhaltiger Konsum Benjamin Lünenbürger

Dessau-Roßlau, Januar 2014

Kurzbeschreibung

Dieser Bericht ist Teil des Forschungsvorhabens „Volkswirtschaftliche Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten verschiedener Politiksszenarien“. Basis der hier vorliegenden modellgestützten Analyse der gesamtwirtschaftlichen Effekte von Klimaschutzmaßnahmen sind die Politiksszenarien für den Klimaschutz VI: Im Aktuelle-Politik-Szenario (APS) werden alle Maßnahmen berücksichtigt, die bis zum 8. Juli 2011 ergriffen worden sind. Im Energiewende-Szenario (EWS) werden auch darüber hinausgehende, zusätzliche Maßnahmen berücksichtigt, mit denen die Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2030 erreicht werden. Die Wirkungsschätzung der Maßnahmen im EWS erfolgt im Vergleich zum Aktuelle-Politik-Szenario.

Die zwei Politiksszenarien gehen grundsätzlich von gleichen sozioökonomischen Vorgaben aus. Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen. Die Investitionen in den Klimaschutz führen langfristig zu einem niedrigeren Energieverbrauch und sinkenden CO₂-Emissionen. Das Szenario EWS zeichnet sich gegenüber dem Szenario APS dadurch aus, dass zusätzliche Investitionen in Klimaschutz, insbesondere bei der Gebäudesanierung, in Höhe von 25 bis fast 40 Mrd. Euro jährlich notwendig sind.

Im Ergebnis liegt dadurch das Bruttoinlandsprodukt im Szenario EWS um 25 bis 30 Mrd. Euro höher als im APS. Die positiven Beschäftigungseffekte liegen in einer Größenordnung von 200 Tausend zusätzlich Beschäftigten. Investitionen spielen hierfür eine wichtige Rolle. Langfristig wirken sich die Effizienzsteigerungen in Form sinkender Energieimporte zunehmend positiv aus. Die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte der untersuchten Klimaschutzmaßnahmen zeigen sich robust auch bei Änderungen zentraler Annahmen.

Abstract

This report is part of a study on the „Economic evaluation of climate protection measures and instruments for different policy scenarios“. „Policy Scenarios for Climate Protection VI“ are the basis for the model analysis of economic impacts of climate protection measures: In the Current Policy Scenario (CPS) all measures which have been implemented by July 8 2011 are considered. In the Energy Transformation Scenario (ETS) additional measures are taken into account to reach the climate targets of the German government until 2030. For the economic valuation of measures ETS and CPS are compared.

The two policy scenarios build on the same socio-economic assumptions and just differ by climate protection measures. Investment in climate protection will reduce energy consumption in the long term and shift it towards low or zero carbon energy carriers. In ETS annual additional investment in climate protection, especially in insulation of buildings, will reach 25 to almost 40 billion Euro.

GDP will be 25 to 30 billion Euros higher in the ETS compared to the CPS. Positive employment impacts are in the range of 200 thousand additional jobs. Energy efficiency improvements increasingly contribute via reduced energy imports in the long term. The positive macroeconomic effects of the considered climate mitigation measures are robust with respect to major assumptions.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
1 Zusammenfassung	10
2 Summary	13
3 Einleitung.....	15
4 Spezifikation der Szenarien	20
4.1 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS.....	20
4.2 Szenario APS im Vergleich mit Szenario OMS	22
5 Ergebnisse des Szenarienvergleichs.....	24
5.1 Überblick.....	24
5.2 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS.....	25
5.3 Szenario APS im Vergleich mit Szenario OMS	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.4 Vermiedene externe Klimakosten	31
6 Sensitivitätsrechnungen	34
6.1 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS – nur Energieeffizienzmaßnahmen	34
6.2 Szenario EWS mit Exporten im Vergleich zum Szenario EWS – Wirkung zusätzlicher Exporte	35
6.3 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS – Vollständiges crowding out der zusätzlichen Investitionen	36
7 Einordnung der Ergebnisse	40
7.1 Vergleich mit anderen Studien.....	40
7.2 Einordnung in die aktuelle Debatte der Energiewende.....	42
8 Modell PANTA RHEI	44
9 Literatur	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zusätzliche Investitionen im Szenario EWS gegenüber APS in Mio. Euro.....	20
Abbildung 2:	Unterschiede im sektoralen Endenergiebedarf zwischen den Szenarien EWS und APS in PJ (in Anlehnung an Öko-Institut et al. 2013, Abb. 3-24).....	22
Abbildung 3:	Zusätzliche Investitionen im Szenario APS gegenüber OMS in Mio. Euro.....	23
Abbildung 4:	Auswirkungen auf das preisbereinigte BIP – Szenarien APS und EWS zur jeweiligen Referenz in Mrd. Euro.....	24
Abbildung 5:	Auswirkungen auf die Erwerbstätigkeit – Szenarien APS und EWS zur jeweiligen Referenz in 1000	25
Abbildung 6:	Auswirkungen auf das preisbereinigte BIP – Beiträge einzelner Bereiche im Szenario EWS im Vergleich zu APS in Mrd. Euro.....	28
Abbildung 7:	Auswirkungen auf die Beschäftigung – Beiträge einzelner Bereiche im Szenario EWS im Vergleich zu APS in 1000	28
Abbildung 8:	Auswirkungen auf die Erwerbstätigkeit – Szenarien EWS crowding out und EWS zum Szenario APS in 1000.....	38
Abbildung 9:	Struktur des umweltökonometrischen Modells PANTA RHEI.....	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusätzliche Investitionen im Szenario EWS gegenüber APS in Mio. Euro.....	21
Tabelle 2:	Zusätzliche Investitionen im Szenario APS gegenüber OMS in Mio. Euro.....	23
Tabelle 3:	Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS	26
Tabelle 4:	Sektorale Beschäftigungseffekte - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS.....	27
Tabelle 5:	Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios APS vom Szenario OMS	30
Tabelle 6:	Sektorale Beschäftigungseffekte - Abweichungen des Szenarios APS vom Szenario OMS.....	31
Tabelle 7:	Empfehlung des Umweltbundesamtes zu den Klimakosten (in Euro2010 / t CO ₂).....	31
Tabelle 8:	THG-Emissionen nach Politikszenerien VI in Mio. t CO ₂ -Äqu. und vermiedene Schäden durch zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen in Mio. Euro2010.....	32
Tabelle 9:	Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS, nur Betrachtung der Energieeffizienzmaßnahmen	35
Tabelle 10:	Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS mit Exporten vom Szenario EWS, Betrachtung zusätzlicher Exporte von Effizienzgütern	36
Tabelle 11:	Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS, Annahme vollständiges crowding out der zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen	37
Tabelle 12:	Überblick über Studien zu gesamtwirtschaftlichen Effekten von Klimaschutzmaßnahmen.....	41

Abkürzungsverzeichnis

APS	Aktuelle-Politik-Szenario
CPS	Current Policy Scenario
ETS	Energy Transformation Scenario
EWS	Energiewende-Szenario
HH	Private Haushalte
OMS	Ohne-Maßnahmen-Szenario
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
UBA	Umweltbundesamt

1 Zusammenfassung

Dieser Bericht ist Teil des Forschungsvorhabens „Volkswirtschaftliche Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten verschiedener Politikszenerarien“. Basis der hier vorliegenden modellgestützten Analyse der gesamtwirtschaftlichen Effekte von Klimaschutzmaßnahmen sind die Politikszenerarien für den Klimaschutz VI (Öko-Institut et al. 2013), die im März 2013 vom Umweltbundesamt veröffentlicht wurden. Die Politikszenerarien bündeln die Darstellung von Klimaschutzmaßnahmen in zwei Szenarien: Im Aktuelle-Politik-Szenario (APS) werden alle Maßnahmen berücksichtigt, die bis zum 8. Juli 2011 ergriffen worden sind. Im Energiewende-Szenario (EWS) werden auch darüber hinausgehende, zusätzliche Maßnahmen berücksichtigt, mit denen die Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2030 erreicht werden. Die Wirkungsschätzung der Maßnahmen im EWS erfolgt im Vergleich zum Aktuelle-Politik-Szenario.

Die zwei Politikszenerarien gehen grundsätzlich von gleichen sozioökonomischen Vorgaben aus, z.B. zur internationalen wirtschaftlichen Entwicklung und zur Demografie. Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der im Rahmen von Politikszenerarien VI ausführlich spezifizierten zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen. Die Investitionen in den Klimaschutz führen langfristig zu einem niedrigeren Energieverbrauch und einer Verschiebung hin zu CO₂-armen oder CO₂-freien Energieträgern. Sie werden ebenso wie die Veränderung von Energieeinsatz und Emissionen aus den Politikszenerarien übernommen. Sie sind damit durch die dort verwendeten differenzierten Bottom-Up-Modellierungen und sehr detaillierten Betrachtungen auf Maßnahmenebene für einzelne Sektoren fundiert.

Daneben wird für einen Teil der Politikbereiche auch ein sog. Ohne-Maßnahmen-Szenario (OMS) definiert, das nur Maßnahmen enthält, die bis Ende 2004 ergriffen wurden. Es dient im Rahmen einer Sensitivitätsrechnung dazu, die gesamtwirtschaftlichen Effekte des Szenarios APS zu ermitteln.

Die Nutzung eines umfassenden gesamtwirtschaftlichen Modells, das auch die Vorleistungsstruktur der Wirtschaft abbildet, hat den Vorteil, dass das komplexe Zusammenwirken verschiedener Effekte vollständig in den Kategorien der amtlichen Statistik erfasst wird, also keine Effekte unberücksichtigt bleiben. Die in den Untersuchungen eingesetzte Szenariotechnik führt dazu, dass die Wirkungen von Entwicklungen oder Maßnahmen, die bereits im Referenzszenario entstehen, in den nachfolgenden Differenzenbetrachtungen unberücksichtigt bleiben.

Das Szenario EWS zeichnet sich gegenüber dem Szenario APS dadurch aus, dass zusätzliche Investitionen in Klimaschutz in Höhe von 25 bis fast 40 Mrd. Euro jährlich notwendig sind. Die Investitionen konzentrieren sich auf Energieeffizienzmaßnahmen und dabei insbesondere auf die Gebäudesanierung.

Im Ergebnis liegt dadurch das Bruttoinlandsprodukt im Szenario EWS jährlich um 25 bis 30 Mrd. Euro höher als im APS. Die positiven Beschäftigungseffekte liegen in einer Größenordnung von 200 Tausend zusätzlich Beschäftigten. Die Bauinvestitionen tragen hierzu in hohem Maße bei. Aber auch Investitionen in Ausrüstungen spielen eine wichtige Rolle. Der private Konsum fällt bis zum Jahr 2020 ebenfalls deutlich höher aus als im Szenario APS. Allerdings führt die Finanzierung der Gebäudesanierungsmaßnahmen dazu, dass die privaten

Haushalte höhere Kosten, abzüglich der verminderten Energiekosten, über Konsumeinschränkungen an anderer Stelle kompensieren. Langfristig wirken sich die Effizienzsteigerungen in Form sinkender Energieimporte zunehmend positiv aus. Weil die sehr teuren Energieimporte zurückgehen, sinken die durchschnittlichen Preise für alle importierten Güter. Die Importeinsparung fällt umso höher aus, je höher die Energieimportpreise sind. Der Finanzierungssaldo des Staates verbessert sich im Szenario EWS dauerhaft gegenüber dem Szenario APS in einer Größenordnung von 5,6 Mrd.

Auf Branchenebene profitiert insbesondere die Bauwirtschaft durch die verstärkte Gebäudesanierung. Die Wirkungen im Verarbeitenden Gewerbe und bei Handel und Dienstleistungen sind nach 2020 deutlich kleiner. Bei Handel und Dienstleistungen machen sich die geringeren Effekte beim privaten Konsum bemerkbar.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte verbessern sich auch, wenn die bereits zwischen 2005 und 2011 ergriffenen Klimaschutzmaßnahmen des Szenarios APS berücksichtigt werden. Auch sie führen langfristig zu höheren Investitionen, mehr Arbeitsplätzen und sinkendem Energieverbrauch. Im Szenario APS liegt das BIP in den Jahren 2013 bis 2025 um rund 20 Mrd. Euro höher als im Szenario OMS. Im Jahr 2030 steigt dieser Effekt auf 25 Mrd. Euro an. Im Vergleich zur obigen Differenz zwischen Szenario EWS und APS spielt der private Konsum durchgehend eine größere Rolle, während der Beitrag der Ausrüstungen im Zeitverlauf sinkt und deutlich niedriger liegt als im Vergleich von EWS zu APS. Bauinvestitionen spielen im gesamten Betrachtungszeitraum eine wichtige Rolle. Die Importe steigen mit dem BIP zunächst deutlich an. Mit zunehmender Reduktion der Energieimporte liegen die Importe insgesamt im Jahr 2030 leicht unter dem Wert des OMS-Szenarios.

Die Effekte auf die Erwerbstätigkeit fallen im Jahr 2013 am höchsten aus. In den Folgejahren pendelt sich der positive Effekt auf die Erwerbstätigkeit bei 150 bis 175 Tausend ein. Auf Branchenebene profitieren sowohl die Bauwirtschaft durch die verstärkte Gebäudesanierung als auch Handel und Dienstleistungen sowie Verarbeitendes Gewerbe. Das Beschäftigungsplus in der Bauwirtschaft geht im Zeitverlauf zurück. Im Bereich (konventionelle) Energie- und Wasserwirtschaft geht die Beschäftigung mit der niedrigeren Energiebereitstellung leicht zurück.

Mit dem Rückgang der energiebedingten THG-Emissionen im Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS sind auch geringere externe Kosten der Energieversorgung verbunden, die nicht in den gesamtwirtschaftlichen Zahlen auftauchen.

Mit den in der Methodenkonvention des Umweltbundesamtes ermittelten Auswirkungen des auf den anthropogenen CO₂-Ausstoß zurückführbaren Klimawandels lassen sich die durch Klimaschutzmaßnahmen vermiedenen Schäden auf Basis der Emissionsrückgänge des EWS gegenüber dem APS, die in den Politikszenerarien VI ausgewiesen sind, errechnen. Für das Jahr 2030 ergeben sich vermiedene Schäden zwischen knapp 11,5 und gut 35 Mrd. Euro in heutigen Preisen.

Die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte der untersuchten Klimaschutzmaßnahmen zeigen sich robust auch bei Änderungen zentraler Annahmen. Eine Sensitivitätsrechnung zeigt, dass die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte in erster Linie von Energieeffizienzmaßnahmen ausgelöst werden. Wenn in einer zweiten Sensitivität höhere deutsche Exporte von Klimaschutzgütern angenommen werden, könnten zusätzliche positive gesamtwirtschaftliche BIP-Effekte in einer Größenordnung von bis zu knapp 10 Mrd. Euro jährlich auftreten.

Annahmen über die Zusätzlichkeit von Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen spielen eine wichtige Rolle für die gesamtwirtschaftlichen Effekte. In einer dritten Sensitivitätsrechnung wird der Extremfall des vollständigen crowding out für das Szenario EWS betrachtet. Dazu wird angenommen, dass die notwendigen Klimaschutzinvestitionen des Szenarios EWS vollständig umgesetzt werden, allerdings in gleichem Umfang andere geplante Investitionen unterlassen werden. Das Szenario EWS weist selbst bei der extremen Annahme einer vollständigen Verdrängung anderer Investitionen durch die Klimaschutzinvestitionen durchgehend positive gesamtwirtschaftliche Effekte gegenüber dem Szenario APS aus. Allerdings fällt im Vergleich zum Szenario EWS auf, dass die Annahme des crowding out die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte vor allem zu Beginn des Betrachtungszeitraums deutlich reduziert. Es fehlen kurzfristig die positiven Impulse zusätzlicher Investitionen.

Die Ergebnisse bestätigen in Richtung und Größenordnung andere Studien zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten von Klimaschutzmaßnahmen vor allem zur Verbesserung der Energieeffizienz in Deutschland. Bei allen Schwierigkeiten eines Vergleichs im Detail belegen die Studien die gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der untersuchten Klimaschutzmaßnahmen.

Summary

This report is part of a study on the „Economic evaluation of climate protection measures and instruments for different policy scenarios“. “Policy Scenarios for Climate Protection VI” (Öko-Institut et al. 2013), published by the Umweltbundesamt in March 2013, are the basis for the model analysis of economic impacts of climate protection measures. The policy scenarios cluster the description of policy measures in two scenarios: In the Current Policy Scenario (CPS) all measures which have been implemented by July 8 2011 are considered. In the Energy Transformation Scenario (ETS) additional measures are taken into account to reach the climate targets of the German government until 2030. For the economic valuation of measures ETS and CPS are compared.

The two policy scenarios build basically on the same socio-economic assumptions, e.g. concerning international development and demography. The scenarios just differ by climate protection measures, which are specified extensively in Policy Scenarios VI. Investment in climate protection will reduce energy consumption in the long term and shift it towards low or zero carbon energy carriers. They are adopted from Policy Scenarios as well as changes in energy use and emissions. In this way, they are based on the sophisticated bottom-up modelling and detailed observations on the level of policy measures for sectors there.

Additionally, for part of the policy areas a so called “No Measures Scenario” (NMS) is defined, which only includes measures implemented until the end of 2004. It is used in a sensitivity analysis to calculate macroeconomic impacts of the CPS.

The use of a comprehensive macroeconomic model, which depicts the interindustry structure of the economy, has the advantage of covering the complex interactions of different effects in the categories of official statistics. Due to the applied scenario technique impacts of developments or measures of the reference scenario are not taken into account in looking at differences.

In scenario ETS annual additional annual investment in climate protection, especially in insulation of buildings, will reach 25 to almost 40 billion Euros. Investment is mainly for energy efficiency with a focus on housing insulation. GDP will be 25 to 30 billion Euros higher in the ETS compared to the CPS. Positive employment impacts are in the range of 200 thousand additional jobs. Construction investment contributes to a great extent. But also equipment investment plays an important role. Private consumption will also be higher compared to the CPS until 2020. However, cost increases due to financing additional housing insulation, less reduced energy consumption, will partly crowd out other consumption. Energy efficiency improvements increasingly contribute via reduced energy imports in the long term. As very expensive energy imports are reduced, prices for all imports are also lower on average. The higher energy import prices are, the higher import reduction will be. Net borrowing/net lending of the government will improve permanently in a range of 5.6 billion Euros in scenario ETS compared to CPS.

On industry level construction will profit most due to increased housing insulation. Impacts on the manufacturing, trade and services are significantly smaller after 2020. Trade and services face the lower effects on private consumption.

Macroeconomic impacts will also improve, if climate protection measures of the years 2005 to 2011 are taken into account. They will also bring higher investment, more jobs and reduced energy consumption. In scenario CPS annual GDP is about 20 billion Euros higher compared to NMS in the years 2013 to 2025. Compared to the above comparison between scenarios ETS and CPS private consumption is constantly more important, while the share of investment is reduced and significantly lower than in the comparison ETS to CPS. Construction investment plays a major role throughout the observation period. Imports start to increase clearly with GDP. With growing reduction of energy imports total imports are a bit lower than in the NMS in 2030.

Employment effects are highest in 2013. In the following years the positive impact on employment levels off at around 150 to 175 thousand. On industry level construction due to additional insulation as well as trade, services and manufacturing will profit. The employment effect is shrinking over time. In (conventional) energy and water industry employment is reduced because of lower energy supply.

The reduction of energy-related Greenhouse Gas emissions in scenario ETS compared to CPS will also reduce external costs of energy supply, which are not accounted for in macroeconomic data. Using the methodological convention of the Umweltbundesamt, avoided losses due to climate mitigation measures can be calculated on the basis of emission reductions of scenario ETS in relation to CPS. Avoided losses account for between 11.5 and more than 35 billion Euros in current prices.

The positive macroeconomic effects of the considered climate mitigation measures are robust with respect to major assumptions. A sensitivity analysis shows that positive economic impacts are mainly driven by energy efficiency measures. According to a second sensitivity, higher German exports of climate protection goods could further increase annual GDP by up to almost 10 billion Euros.

Assumptions about crowding out of additional investment in climate mitigation are important for macroeconomic effects. A third sensitivity analysis looks into the extreme of full crowding out for the scenario ETS, assuming that additional investment in climate protection measures substitutes other investment completely. Even under this extreme assumption macroeconomic impacts of ETS compared to CPS remain positive. However, assuming crowding out will reduce the positive impacts especially at the beginning of the observation period clearly. In the short term, positive stimuli of additional investment are missing.

Results confirm direction and order of magnitude of other studies about macroeconomic impacts of climate mitigation measures in Germany, especially for energy efficiency. Keeping difficulties of detailed comparisons in mind, studies give evidence for the macroeconomic advantage of studied measures.

2 Einleitung

Der Bericht zu den Politikszenerarien für den Klimaschutz VI wurde im März 2013 vom Umweltbundesamt veröffentlicht. Er schließt sich einer Reihe von Veröffentlichungen an (vgl. Politikszenerarien I-V), deren Ziel es jeweils ist, Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen Deutschlands vorzulegen, deren Ergebnisse unter anderem die Grundlage für die von Deutschland zu erstellenden Nationalberichte und die dafür zu erstellenden Treibhausgasprojektionen und Instrumentenbewertungen bilden (Öko-Institut et al. 2013, S.1). Um zu einer gesamtwirtschaftlichen Bewertung der in diesem Bericht enthaltenen Maßnahmen und Politikszenerarien zu gelangen, werden die Ergebnisse der in den Politikszenerarien VI entwickelten Szenarien in ein gesamtwirtschaftliches Modell eingestellt und anhand der wichtigsten ökonomischen Indikatoren miteinander verglichen. Für eine derartige Wirkungsanalyse wurden im Rahmen der Studie „Volkswirtschaftliche Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten verschiedener Politikszenerarien“ Kriterien im Sinne eines „Gute-Praxis“-Katalogs aufgestellt und in einem Methodenbericht veröffentlicht. Die wichtigsten Anforderungen sind hierbei:

Aktualität: Analysen sind wesentlich durch die genutzten Daten bestimmt. Dies gilt zum einen für die Rahmendaten. Wenn sich z.B. das internationale Energiepreisniveau wie zwischen 2005 und 2010 fundamental verändert, entwertet allein dieser Zusammenhang ältere Studien. Ähnliches gilt auch für technologische Entwicklungen wie die dramatischen Kostenreduktionen bei Erneuerbaren Energien und insbesondere bei der PV in den letzten Jahren. Auch der beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie stellt einen vergleichbaren Einschnitt dar.

Der Datenstand des im Folgenden eingesetzten Modells PANTA RHEI entspricht den verfügbaren Daten des Statistischen Bundesamts, der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen und internationalen Datenbanken am aktuellen Rand. Der Datenstand der Politikszenerarien bleibt teilweise dahinter zurück (Öko-Institut et al. 2013, S. 1). Die für die Evaluierung notwendigen Daten wurden aus diesem Bericht übernommen.

Transparenz: Transparenz bedeutet zunächst Nachvollziehbarkeit für Dritte. Experten sollten durch eine umfassende Dokumentation in der Lage sein, Unterschiede zu anderen Berechnungen und Modellen zu erkennen. Zentral ist die Dokumentation wichtiger Grundannahmen wie der Energiepreise oder Technologieentwicklung. Es muss klar sein, welche Zusammenhänge in der Analyse als exogen betrachtet werden. Dazu gehören auch Sensitivitätsrechnungen, die die Bedeutung zentraler Annahmen oder Modellzusammenhänge für die Ergebnisse sichtbar machen. Wenn gegenüber früheren Untersuchungen die Modellierung stark verändert wird oder zentrale Annahmen verändert werden, sollten Modellrechnungen ohne diese Änderungen mit dokumentiert werden. Ergebnisse sind damit in den Kontext bisheriger Ergebnisse des genutzten Modells zu vergleichbaren Fragestellungen zu stellen. Zugleich sind vergleichbare Ergebnisse, die mit anderen Modellen ermittelt worden sind, zu bewerten. So bekommt auch der mit den Modelleigenschaften weniger vertraute Leser einerseits eine Einordnung der betrachteten Maßnahmen in den Kontext des eingesetzten Modells. Andererseits kann der Leser die Ergebnisse auch im größeren Rahmen der Modell-Community verorten.

Die Dokumentation der Rahmendaten und Annahmen findet sich im Bericht zu den Politikszenerarien VI. Zwei wichtige Punkte sind hier zu benennen: Zum einen werden das BIP

und die gesamte ökonomische Entwicklung in PANTA RHEI modellendogen bestimmt, während in Politikszenerarien VI Annahmen zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung getroffen werden. Diese unterschiedliche Herangehensweise ist typisch für Energiewirtschaftsmodelle wie PANTA RHEI auf der einen Seite und Modellierungen des Energiesystems wie in Öko-Institut et al. (2013) auf der anderen Seite. Um die Unterschiede möglichst gering zu halten, ist die Entwicklung zentraler Größen in PANTA RHEI so kalibriert worden, dass im Szenario APS die Vorgaben aus Politikszenerarien VI weitestgehend getroffen werden, ohne die Endogenität der Größen aufzugeben. Zum zweiten werden in Politikszenerarien VI mit dem Strommarktmodell unterschiedliche Großhandelspreise für die einzelnen Szenarien ermittelt, während die nachfrageseitigen Betrachtungen von einheitlichen Strompreisvorgaben ausgehen. Diese sind auch in PANTA RHEI berücksichtigt worden.

Auf eine Modelldokumentation wurde im Rahmen des vorliegenden Berichts verzichtet, eine kurze Zusammenfassung findet sich in Abschnitt 8. Für eine ausführliche Dokumentation wird auf Lehr et al. (2011) verwiesen.

Modelltyp: Der verwendete Modelltyp bzw. die Methodik allgemein sollte der Fragestellung angemessen sein. Bei gesamtwirtschaftlichen Betrachtungen mit komplexen Rückkopplungsprozessen ist die Verwendung von Top-Down-Ansätzen (Energiewirtschaftsmodelle) notwendig, weil Bottom-Up-Ansätze (Energiesystemmodelle) nur eine technisch orientierte Optimierung vornehmen und volkswirtschaftliche Rückkopplungen nicht betrachten. Für gesamtwirtschaftliche Analysen sind zur technischen Fundierung die Ergebnisse von Bottom-Up-Untersuchungen mit einzubeziehen. Die angemessene Verknüpfung beider Ansätze ist wichtig. Angemessen bedeutet, dass die Schätzung der Klimaschutzkosten für Maßnahmen und Instrumente sich auf einen detaillierten Bottom-Up-Ansatz stützen sollte, der die Kostenermittlung technologisch fundiert. Diese Bottom-Up-Informationen sind in angemessener Disaggregation (z.B. Veränderungen der Erzeugungsstruktur in einem Strommarktmodell gehen in einen Sektor Stromerzeugung im gesamtwirtschaftlichen Modell ein) in ein volkswirtschaftliches Modell einzustellen. In jedem Fall ist detailliert auf die Systemgrenzen, d.h. die räumliche und zeitliche (s.u.) sowie systemische (Strommarkt, Energiemarkt, Volkswirtschaft) Begrenzung der Untersuchung einzugehen.

Das Top-Down-Modell PANTA RHEI wurde schon häufig für ähnliche Fragestellungen genutzt. Es ist umfassend geprüft und wurde mit Modellen anderer deutscher Forschungseinrichtungen in verschiedenen Modellexperimenten verglichen (vgl. Forum für Energiemodelle 1999, Frohn et al. 2003, Modellvergleich mit ASTRA in Lehr et al. 2011).

In der vorliegenden Analyse werden Informationen vor allem zu Energieeinsparungen und den damit verbundenen Investitionen aus den PS VI, für die verschiedene Bottom-Up-Modelle eingesetzt worden sind, in PANTA RHEI als Ausgangsgrößen für unterschiedliche Szenarien eingestellt. Details zum Vorgehen finden sich in Kapitel 4.

Referenz: Für die gesamtwirtschaftliche Bewertung der Politikmaßnahmen muss eine geeignete Referenz zum Vergleich herangezogen werden. Die Wahl der Referenzentwicklung ist entscheidend für die Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen. Je ambitionierter die technische Entwicklung in der Referenz verläuft, desto geringer fallen der mögliche Nutzen oder die auftretenden Kosten bei Umsetzung von angestrebten zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen aus. Wichtig ist deshalb, dass die Annahmen des Referenzszenarios in sich konsistent sind, offengelegt werden und die untersuchten Klimaschutzmaßnahmen mit der Referenz

abgestimmt sind. In den Politikszenerarien wird die Referenz dokumentiert. Am Ende des Abschnitts werden die hier verwendeten Szenerarien kurz beschrieben.

Zeitliche und räumliche Abgrenzung: Beides muss der Fragestellung angemessen sein. Wenn z.B. Maßnahmen betrachtet werden, bei denen das einzelwirtschaftliche Entscheidungskalkül über Jahrzehnte läuft (bei Gebäuden, Infrastruktur oder Deichen), ist auch ein entsprechend langer Zeitraum zu betrachten. Die Analyse zukünftiger Klimaschutzmaßnahmen sollte deshalb wenigstens bis zum Jahr 2030 reichen, weil die Nutzungsdauer vieler Effizienzmaßnahmen so lange reicht. Da die Energiewende bis zum Jahr 2050 vollzogen sein soll, sollte bei umfassenderen Betrachtungen der gesamte Zeitraum der Energiewende, d.h. 2010 bis 2050, in die Analyse einbezogen werden. Das Abschneiden von Kosten und Nutzen, die nach Ende des Betrachtungszeitraums anfallen, muss einheitlich erfolgen. Die Auswirkungen des Vorgehens auf die Ergebnisse sollten verdeutlicht werden. Allerdings erscheint auch eine Überbetonung des Problems nicht angemessen, weil die Unsicherheit über den Zeitpfad mit Blick auf den Aspekt Aktualität (s.o.) ständig zunimmt. Nationale Politikmaßnahmen sollten in erster Linie in einem nationalen Rahmen betrachtet werden, wenn nicht enge internationale Verknüpfungen wie auf dem Strommarkt oder die hohe Bedeutung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit für eine EU-weite oder globale Analyse sprechen. Dies bedeutet am Beispiel der PS VI, dass die weitgehend nationale Betrachtung, die im Strombereich auf die EU-Ebene ausgeweitet wird, der Fragestellung angemessen ist.

Externe Kosten und Nutzen: Sie sind bisher in keiner Studie umfassend in die Analyse einbezogen worden. Es gibt allerdings Abschätzungen über die sozialen Kosten der THG-Emissionen wie die Methodenkonvention des Umweltbundesamtes (UBA 2012), die in jedem Fall mit ausgewiesen und den Kosten des Klimaschutzes gegengerechnet werden sollten. Studien, die die Wirtschaftlichkeit von Vermeidungsmaßnahmen nicht an diesen sozialen Kosten, sondern an der Nulllinie messen, unterschätzen systematisch die Wirtschaftlichkeit von Klimaschutzmaßnahmen. Da keine Einigkeit über die Höhe der sozialen THG-Kosten besteht, sollten Differenzen zu einem Durchschnittswert von z.B. 80 Euro/t CO₂ oder zu verschiedenen illustrativen CO₂-Preisen mit den Emissionsmengen multipliziert ausgewiesen werden. Die Darstellung in Form jährlicher oder über Zeiträume kumulierte externe Werte sollte sich an der Darstellung der Kosten und Nutzen orientieren, um Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Für die direkte Einbeziehung von (externen) Nutzen des Klimaschutzes, die über die Kategorien der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung hinausgehen, sind aber noch verbesserte Verfahren zu entwickeln. Eine kurze Zusammenfassung hierzu findet sich im vorliegenden Bericht.

Die im Energiekonzept vorgesehen Treibhausgasreduzierungen von 40% bis 2020 und von 55% bis 2030 werden im EWS erreicht. Die vorliegende Studie vergleicht das Szenario EWS mit dem Szenario APS und zeigt die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Politikmaßnahmen, die im Szenario EWS enthalten sind, von 2013 bis 2030. Sie ermöglicht somit eine Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Wirkungen einer ambitionierten Klimapolitik. Der Vergleich des Szenarios APS mit dem kontrafaktischen Szenario OMS zeigt die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen der Maßnahmen, die zwischen 2005 und 2011 ergriffen wurden. Er hat den Charakter einer Sensitivitätsrechnung, weil das OMS kein vollständig ausgearbeitetes Szenario darstellt.

Zusätzlich ist das Szenario EWS in Sensitivitätsrechnungen in die Beiträge der einzelnen Bereiche zu den gesamtwirtschaftlichen Gesamteffekten zerlegt worden. Dabei werden die

Effekte für die Bereiche private Haushalte, GHD, Industrie, Verkehr sowie Strom- und Fernwärmeerzeugung einzeln ausgewiesen.

Das in Abschnitt 8 kurz beschriebene energie- und umweltökonomische Modell PANTA RHEI wird im Folgenden eingesetzt, um die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Politikszenerarien (EWS und APS nach Politikszenerarien VI) zu ermitteln. Dazu werden die in Abschnitt 4 beschriebenen Primärimpulse in das gesamtwirtschaftliche Modell eingestellt, in dem sie zu unterschiedlichen Zweitrundeneffekten und Anpassungsreaktionen führen. Während ein gesamtwirtschaftliches Modell u.a. für die Beantwortung der Frage geeignet ist, welche gesamtwirtschaftlichen Effekte eine Änderung der Strompreise hat, kann es die Zusammenhänge auf dem Strommarkt nur grob erfassen. Das leistet ein Kraftwerksmodell des Strommarktes.

Die Nutzung eines umfassenden gesamtwirtschaftlichen Modells, das auch die Vorleistungsstruktur der Wirtschaft abbildet, hat den Vorteil, dass das komplexe Zusammenwirken verschiedener Effekte vollständig in den Kategorien der amtlichen Statistik erfasst wird, also keine Effekte unberücksichtigt bleiben. Die in den Untersuchungen eingesetzte Szenariotechnik führt dazu, dass die Wirkungen von Entwicklungen oder Maßnahmen, die bereits im Referenzszenario entstehen, in den nachfolgenden Differenzenbetrachtungen unberücksichtigt bleiben.

Die zwei Politikszenerarien gehen grundsätzlich von gleichen sozioökonomischen Vorgaben aus, z.B. zur internationalen wirtschaftlichen Entwicklung und zur Demografie (vgl. Öko-Institut et al. 2013, S. 6ff.). Die Szenarien unterscheiden sich aber hinsichtlich der im Rahmen von Politikszenerarien VI ausführlich spezifizierten zusätzlichen Klimaschutzmaßnahmen (Öko-Institut et al. 2013), insbesondere in den Bereichen Stromerzeugung und Energieeffizienz sowie durch die in den Politikszenerarien zusätzlich notwendigen Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum stärkeren Ausbau Erneuerbarer Energien. Diese Investitionen führen langfristig in den Politikszenerarien zu einem niedrigeren Energieverbrauch und einer Verschiebung hin zu CO₂-armen oder CO₂-freien Energieträgern.

Aus Politikszenerarien VI werden ausgewählte Ergebnisgrößen als Impulse in die Szenarien in PANTA RHEI eingestellt. Die Politikszenerarien EWS bzw. APS unterscheiden sich durch diese Größen vom jeweiligen Referenzszenario APS bzw. OMS. Dies sind vor allem geänderte Investitionspfade im Bereich des Endenergieverbrauchs und bei der Stromerzeugung. Die Entwicklungen sind in Abschnitt 4 zusammenfassend dargestellt. Damit verbunden sind als dritter, wesentlicher Impuls verringerte Energieverbräuche und damit niedrigere Importe fossiler Energieträger, die in Öko-Institut et al. (2013) ausführlich dargestellt sind.

Diese Primärimpulse, die im Folgenden zusammengefasst werden, führen in einem gesamtwirtschaftlichen Modell zu unterschiedlichen Zweitrundeneffekten und Anpassungsreaktionen, die in die Ergebnisse in Abschnitt 5 einfließen.

Die folgenden Simulationsrechnungen zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten basieren auf den Politikszenerarien VI (Öko-Institut et al. 2013) sowie den dazu vorgelegten Kostenbetrachtungen auf der Ebene der einzelnen Maßnahmen oder Maßnahmenbündel.

Dabei sind folgende Szenarien zu unterscheiden (Öko-Institut et al. 2013, S.2):

- Im Aktuelle-Politik-Szenario (APS) werden alle Maßnahmen berücksichtigt, die bis zum 8. Juli 2011 ergriffen worden sind (und nach dem 01.01.2005 erstmalig in Kraft traten oder geändert wurden).
- Im Energiewende-Szenario (EWS) werden auch darüber hinausgehende, zusätzliche Maßnahmen berücksichtigt. Auch hier wird in den entsprechenden Beschreibungen bzw. Übersichtstabellen der Wirkungsbeginn explizit definiert. Die Wirkungsschätzung der Maßnahmen im EWS erfolgt im Vergleich zum Aktuelle-Politik-Szenario.
- Daneben wird für einen Teil der Politikbereiche auch ein sog. Ohne-Maßnahmen-Szenario (OMS) definiert, das nur Maßnahmen enthält, die bis Ende 2004 ergriffen wurden. Es dient dazu, den Beitrag des Szenarios APS zu ermitteln. Der Vergleich des Szenarios APS erfolgt mit dieser (hypothetischen) Entwicklung im OMS, die ohne die Maßnahmen im APS bzw. ohne die entsprechende Novellierung bereits bestehender Politiken und Maßnahmen eingetreten wäre. Dabei wurden für das OMS diejenigen Maßnahmen berücksichtigt, die vor dem jeweils beschriebenen Wirkungsbeginn der vom APS erfassten Maßnahmen wirksam waren.

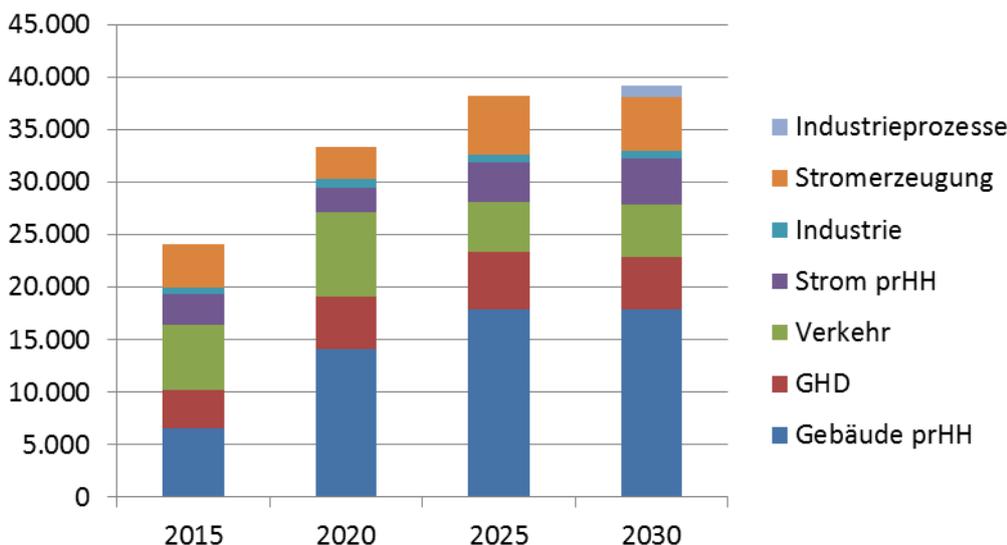
3 Spezifikation der Szenarien

In diesem Abschnitt wird dargestellt, wie die unterschiedlichen Szenarien nach Öko-Institut et al. (2013) konkret in das Modell PANTA RHEI eingestellt worden sind.

3.1 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS

Die nachfolgende Abbildung 1 sowie Tabelle 1 zeigen, welche zusätzlichen Investitionen im Szenario EWS gegenüber dem Szenario APS notwendig sind, um weitergehende Energieeinsparungen und Emissionsminderungen zu erreichen. Im Bereich Industrie bleiben die Investitionen mit unter 1 Mrd. Euro pro Jahr durchgehend gering. Im gesamten Zeitraum bis 2030 sind Maßnahmen der privaten Haushalte und des Sektors GHD im Gebäudebereich (Wärme und Warmwasserbereitstellung) die mit Abstand wichtigsten Maßnahmen bzgl. der zusätzlich notwendigen Investitionen. In den Jahren 2025 und 2030 führen sie zu Investitionen von über 20 Mrd. Euro jährlich. Daneben spielen auch der Verkehr, vor allem effizientere Fahrzeuge im Straßenverkehr, Einsparungen der privaten Haushalte beim Stromverbrauch (effiziente Geräte) sowie die Strom- und Fernwärmeerzeugung, sowohl fossil als auch aus Erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle. Bei den Investitionen im Strombereich ist zu berücksichtigen, dass bereits im Szenario APS die Erneuerbaren Energien deutlich ausgebaut werden und hier vergleichsweise geringe Investitionsdifferenzen ausgewiesen sind, wenn die Zahlen mit dem in den letzten Jahren realisierten Gesamtausbau der EE verglichen werden. Für die Einsparungen der privaten Haushalte im Bereich Strom liegen nur annuitätische Investitionskosten vor.

Abbildung 1: Zusätzliche Investitionen im Szenario EWS gegenüber APS in Mio. Euro



Quelle: Öko-Institut et al.

Tabelle 1: Zusätzliche Investitionen im Szenario EWS gegenüber APS in Mio. Euro

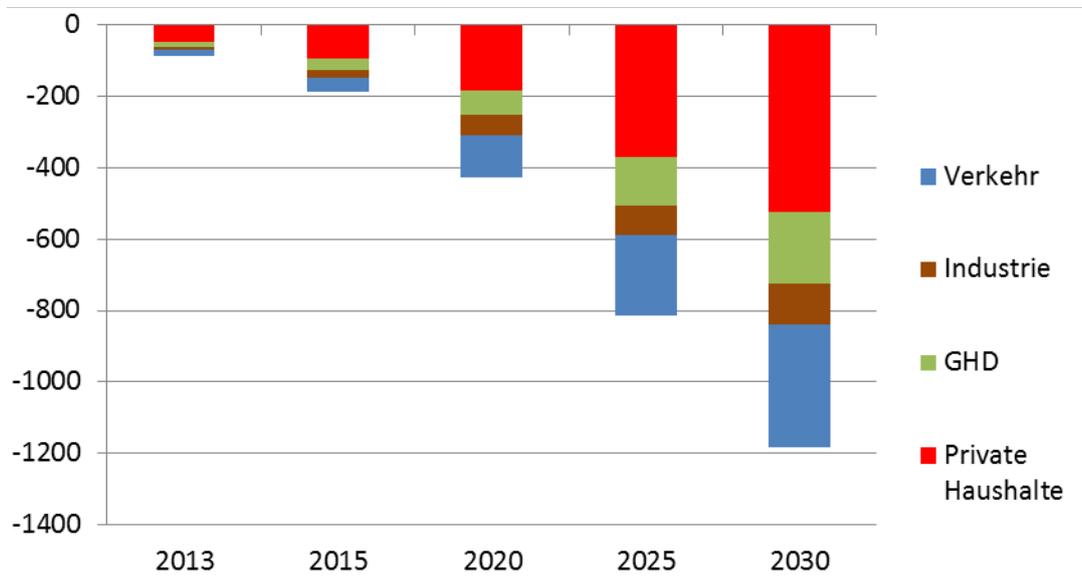
EWS - Maßnahmen	2015	2020	2025	2030
Industrie - Netzwerke	142,83	261,14	256,26	226,20
Industrie - gemeinsame Beschaffung	13,95	1,06	16,71	15,28
Industrie - Mindeststandards II	172,87	248,72	277,52	219,83
Industrie - Energieberatung	229,21	282,59	224,56	272,34
Private HH - Strom *	2951,00	2304,00	3693,00	4374,00
Fossile Stromerzeugung und Fernwärme	1947,81	744,28	1861,13	2163,67
Private HH - Wärme und Wasser M1	3747,45	10252,93	13703,90	13703,90
Private HH - Wärme und Wasser M2	1265,87	1357,99	985,30	985,30
Private HH - Wärme und Wasser M3	82,31	1578,90	2272,11	2272,11
Private HH - Wärme und Wasser M4	1450,97	957,11	911,80	911,80
GHD - Wärme und Wasser EWS	3617,21	4946,14	5513,02	5069,46
Strom - EE	2179,26	2351,25	3703,41	2997,63
Industrieprozesse - CCS	0,00	0,00	0,00	1122,54
Verkehr - Luftverkehr	1402,86	1722,86	300,00	300,00
Verkehr - Modalwahl	704,17	725,00	425,00	425,00
Verkehr - Straßeneffizienz	4146,00	5617,00	4053,00	4195,00
Summe	24053,74	33350,98	38196,71	39254,06

Quelle: Öko-Institut et al.

Annahmen zur zusätzlichen Energieeinsparung sind an die Ergebnisse der Politikszenerarien VI angepasst (vgl. Abbildung 2). An Energieträgern werden in erster Linie Mineralölprodukte sowie Erdgas und Strom eingespart. Diese Einsparungen führen im Modell u.a. auch zur Reduktion von Energieimporten, was vor allem langfristig positive gesamtwirtschaftliche Effekte hervorruft.

Mit dem Auslaufen der heimischen Steinkohleförderung ab dem Jahr 2018 und dem Laufzeitende der letzten Kernkraftwerke im Jahr 2022 werden nur noch Braunkohle und Erneuerbare Energien weitestgehend heimisch gefördert bzw. produziert. Die verbleibenden fossilen Energieträger werden bis auf kleine heimische Fördermengen importiert, sodass jede Energieeinsparung auch zu einem Rückgang der entsprechenden Importe führt.

Abbildung 2: Unterschiede im sektoralen Endenergiebedarf zwischen den Szenarien EWS und APS in PJ (in Anlehnung an Öko-Institut et al. 2013, Abb. 3-24)



3.2 Szenario APS im Vergleich mit Szenario OMS

Die nachfolgende Tabelle 2 zeigt, welche zusätzlichen Investitionen im Szenario APS gegenüber dem Szenario OMS notwendig sind, um weitergehende Energieeinsparungen und Emissionsminderungen zu erreichen. Die Investitionen im Gebäudebereich, die sich im Wärmebedarf und im Energiebedarf zur Warmwasserbereitung in den Sektoren Private Haushalte (HH) und GHD niederschlagen, liegen in einer Größenordnung von 8 bis 9 Mrd. Euro jährlich. Daneben tragen auch der Verkehr, vor allem der beginnende Umstieg auf Elektromobilität sowie Einsparungen der privaten Haushalte beim Stromverbrauch (in Form effizienterer Geräte) zu den zusätzlichen Investitionen bei. Die Investitionsdaten der privaten Haushalte für stromsparende Geräte lagen nicht direkt vor. Sie wurden vereinfacht aus den Informationen zum EWS-Szenario geschätzt.

Im Bereich der Strom- und Fernwärmeerzeugung kommt es im Szenario APS gegenüber OMS insbesondere bis 2020 zu einer Verschiebung von Investitionen in Erneuerbare Energien, die im konventionellen Strombereich in erster Linie nach 2020 zu einem zunehmenden Rückgang der Investitionstätigkeit im Vergleich zum OMS-Szenario führt. Die Endverbraucherpreise für Strom bleiben in beiden Szenarien annahmegemäß unverändert.

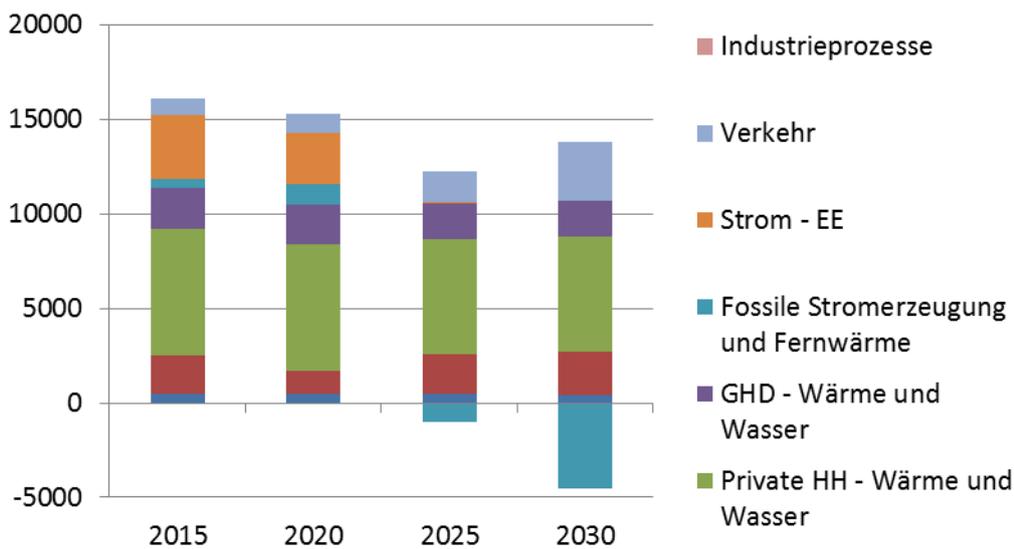
Zum Szenario OMS ist einschränkend hinzuzufügen, dass die PS VI kein umfassend ausgearbeitetes Szenario OMS enthalten. Zwar sind für den Großteil der Maßnahmenbereiche auch Differenzen bei den Investitionen zwischen APS und OMS berechnet worden, allerdings wird das Szenario selbst nicht umfassend dargestellt. Für den Bereich des Stromverbrauchs der privaten Haushalte liegen keine Investitionsdaten vor. Sie wurden auf Basis der Differenz von EWS und APS und der Differenz im Energieverbrauch grob abgeschätzt. Insgesamt hat das Szenario OMS deshalb eher den Charakter einer Sensitivitätsrechnung.

Tabelle 2: Zusätzliche Investitionen im Szenario APS gegenüber OMS in Mio. Euro

	2015	2020	2025	2030
Industrie	474,15	444,42	481,62	375,97
Private HH - Strom	2017,00	1225,00	2109,00	2323,00
Private HH - Wärme und Wasser	6712,28	6712,70	6098,71	6098,71
GHD - Wärme und Wasser	2151,59	2088,67	1875,26	1867,77
Fossile Stromerzeugung und Fernwärme	506,83	1104,93	-1014,19	-4539,45
Strom - EE	3361,65	2684,00	43,68	45,56
Verkehr	905,00	1045,00	1645,00	3090,00
Industrieprozesse	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	16128,49	15304,73	11239,10	9261,57

Quelle: Öko-Institut et al.

Abbildung 3: Zusätzliche Investitionen im Szenario APS gegenüber OMS in Mio. Euro



Quelle: Öko-Institut et al.

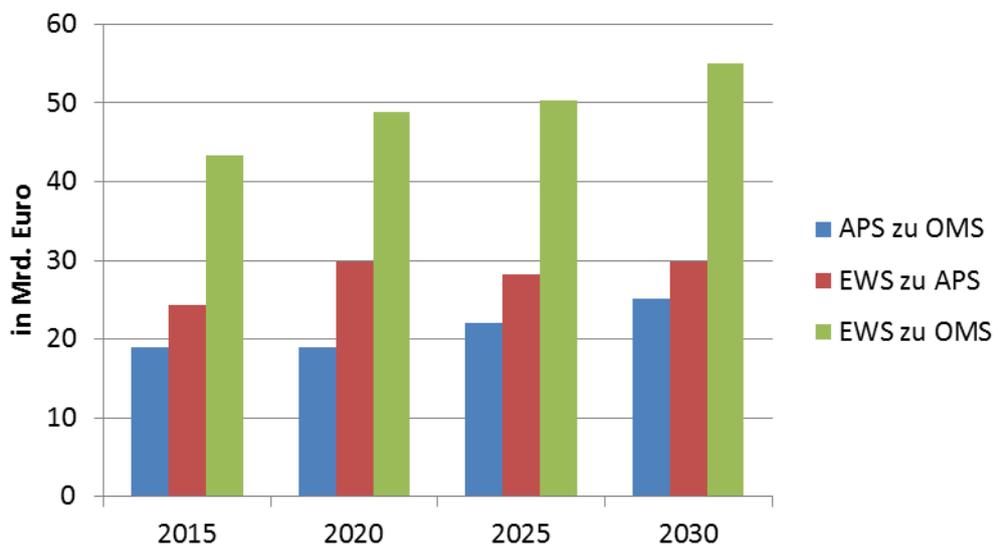
4 Ergebnisse des Szenarienvergleichs

4.1 Überblick

Hier werden die gesamtwirtschaftlichen Kenngrößen der Szenarien EWS und APS im Modell PANTA RHEI berechnet und miteinander verglichen. Damit werden die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Maßnahmen berechnet, die in Politikszenerarien VI das Energiewende-Szenario EWS bilden. Es sind aus heutiger Sicht teils hypothetische Maßnahmen, die entweder nach dem 8. Juli 2011 bereits ergriffen wurden oder die notwendig sind, um die Ziele der Energiewende in Deutschland bis zum Jahr 2030 zu erreichen (Öko-Institut et al. 2013).

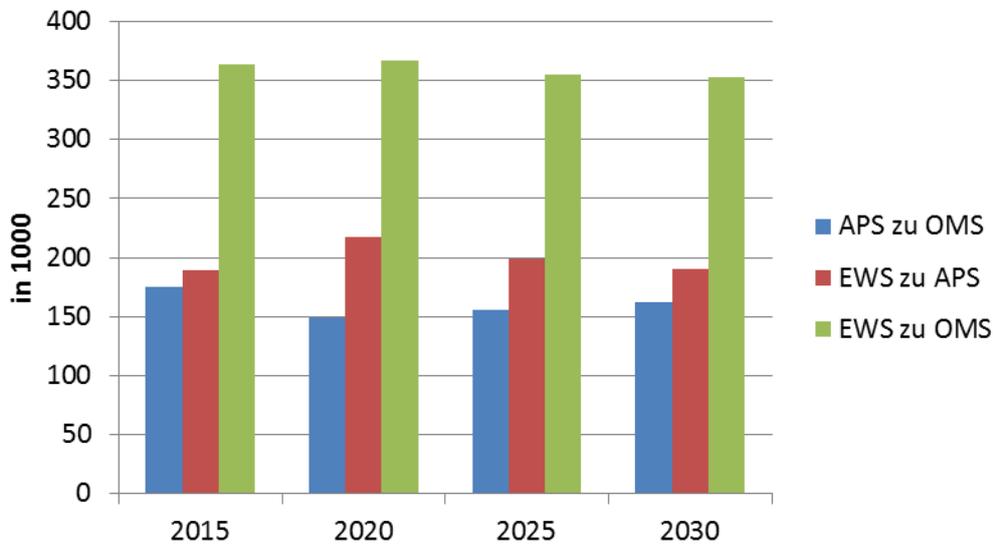
Abbildung 4 zeigt die Unterschiede im Bruttoinlandsprodukt zwischen den Szenarien. Die Maßnahmen im Szenario APS führen im Vergleich zum Szenario OMS zu Effekten von zunächst knapp unter 20 Mrd. Euro, die im Zeitverlauf aber leicht ansteigen und im Jahr 2025 rund 25 Mrd. Euro erreichen. Im Szenario EWS schwanken die Wirkungen im Vergleich zum Szenario APS etwas über die Zeit. In den Jahren 2020 und 2030 liegen die Differenzen bei 30 Mrd. Euro. Kumuliert steigen die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte von APS und EWS von über 40 Mrd. Euro im Jahr 2015 auf bis zu 55 Mrd. Euro im Jahr 2030 an.

Abbildung 4: Auswirkungen auf das preisbereinigte BIP – Szenarien APS und EWS zur jeweiligen Referenz in Mrd. Euro



Die Entwicklung bei den Erwerbstätigen ist nach Abbildung 5 im Zeitverlauf insgesamt stabiler und liegt in einer Größenordnung von gut 350 Tausend. Das Szenario APS trägt hierzu gut 150 Tausend Erwerbstätige bei, der positive Beschäftigungseffekt des Szenarios EWS liegt in der Spitze im Jahr 2020 bei über 200 Tausend Personen.

Abbildung 5: Auswirkungen auf die Erwerbstätigkeit - Szenarien APS und EWS zur jeweiligen Referenz in 1000



Beim Vergleich der Spezifizierung der Szenarien EWS und APS fällt auf, dass im APS deutlich niedrigere Investitionen notwendig sind, um vergleichbare gesamtwirtschaftliche Effekte auszulösen, als im Szenario EWS. Bei rund halb so hohen Klimaschutzinvestitionen im Betrachtungszeitraum liegen die BIP- und Beschäftigungseffekte in einer Größenordnung von zwei Drittel bis drei Viertel. Im Folgenden werden die beiden Szenarien genauer betrachtet.

4.2 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS

Im Szenario EWS liegt das BIP in den Jahren 2020 und 2030 um fast 30 Mrd. Euro höher als im Szenario APS. Mit Blick auf die Komponenten des BIP wird die große Bedeutung der Bauinvestitionen insbesondere ab dem Jahr 2020 sichtbar. Auch die Ausrüstungen bzw. Ausrüstungsinvestitionen sind über den gesamten Betrachtungszeitraum deutlich positiv. Zu den Ausrüstungsinvestitionen zählen Maschinen, Geräte und Fahrzeuge. Sie umfassen die Investitionen ohne Bauinvestitionen. Der private Konsum fällt bis zum Jahr 2020 ebenfalls deutlich höher aus als im Szenario APS. Allerdings führt die Finanzierung der Gebäudesanierungsmaßnahmen, die vor allem ordnungsrechtlich getrieben sind (Öko-Institut et al. 2013, S. 70), dazu, dass die privaten Haushalte höhere Kosten, abzüglich der verminderten Energiekosten, über Konsumeinschränkungen an anderer Stelle kompensieren. Die Importe nehmen mit dem höheren BIP zunächst zu. Längerfristig sinken die Energieimporte deutlich. Weil die sehr teuren Energieimporte zurückgehen, sinken die durchschnittlichen Preise für alle importierten Güter. Die Importeinsparung fällt umso höher aus, je höher die Energieimportpreise sind. Der Finanzierungssaldo des Staates verbessert sich im Szenario EWS dauerhaft gegenüber dem Szenario APS in einer Größenordnung von 5,6 Mrd. Euro im Jahr 2013 und bis zu 8,6 Mrd. Euro im Jahr 2030. Als Folge könnte die Staatsverschuldung im Jahr 2030 im Jahr EWS um 140 Mrd. Euro niedriger liegen als im Szenario APS.

Tabelle 3: Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS

EWS - APS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Komponenten des preisbereinigten BIP	Abweichungen in Mrd. €					Abweichung in %*				
Bruttoinlandsprodukt	15,5	24,4	29,9	28,2	29,8	0,6	0,9	1,1	1,0	1,1
Privater Konsum	9,5	14,7	11,7	4,3	2,7	0,7	1,0	0,8	0,3	0,2
Staatskonsum	0,6	0,9	0,9	0,7	0,7	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Ausrüstungen	6,0	9,5	9,9	8,3	9,3	2,6	4,0	4,1	3,3	3,5
Bauten	3,5	5,7	14,5	19,0	18,9	1,6	2,6	6,7	9,0	9,0
Exporte	0,5	0,5	-0,3	-0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Importe	4,7	7,1	6,9	3,4	1,9	0,4	0,6	0,5	0,2	0,1
Preisindizes	Abw. in Prozentpunkten									
Privater Konsum	-0,10	-0,14	-0,02	0,12	0,10	-0,09	-0,12	-0,01	0,09	0,08
Produktion	-0,14	-0,16	0,05	0,28	0,34	-0,12	-0,14	0,04	0,22	0,25
Importe	-0,08	-0,18	-0,42	-0,86	-1,35	-0,07	-0,16	-0,35	-0,69	-1,04
Staatshaushalt in jeweiligen Preisen	Abweichungen in Mrd. €									
Finanzierungssaldo	5,6	6,7	7,1	7,1	8,3					
Gütersteuern	1,7	2,5	2,9	1,7	0,2	0,6	0,9	1,0	0,6	0,1
Arbeitsmarkt	absolute Abweichungen									
Erwerbstätige (Inland) in 1000	123	189	218	199	190	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5
Erwerbslose in 1000	-76	-117	-135	-123	-118	-3,3	-5,0	-5,5	-5,5	-8,0

* Zum Finanzierungssaldo des Staates werden keine Abweichungen in % ausgewiesen, weil die Werte bei Größen nahe Null nicht sinnvoll interpretierbar sind.

Auf Branchenebene profitiert insbesondere die Bauwirtschaft durch die verstärkte Gebäudesanierung. Die Wirkungen im Verarbeitenden Gewerbe und bei Handel und Dienstleistungen sind nach 2020 deutlich kleiner. Bei Handel und Dienstleistungen machen sich die geringeren Effekte beim privaten Konsum bemerkbar.

Tabelle 4: Sektorale Beschäftigungseffekte¹ - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS

EWS - APS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Beschäftigte	Abweichungen in 1000					Abweichung in %				
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erden	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,6	0,7	0,7
Verarbeitendes Gewerbe	21,1	27,3	25,1	21,7	22,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Energie- und Wasserversorgung	-0,2	-0,7	-1,5	-3,0	-4,4	-0,1	-0,3	-0,6	-1,3	-1,9
Energieversorgung	-0,2	-0,8	-1,5	-3,0	-4,4	-0,1	-0,4	-0,7	-1,5	-2,2
Baugewerbe	16,0	34,8	87,1	109,4	102,1	0,9	2,0	5,2	7,1	7,0
Handel und Dienstleistungen	70,0	103,4	81,6	50,0	50,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
Insgesamt	107,1	164,8	192,7	178,4	170,5	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5

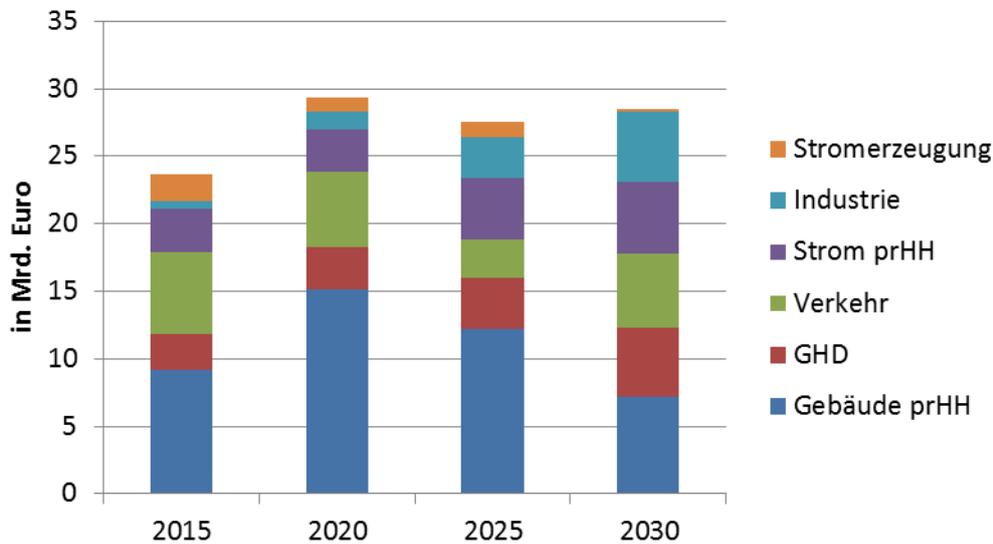
In Sensitivitätsrechnungen wurden darüber hinaus die Beiträge der wichtigsten Teilbereiche zum Szenario EWS ermittelt, um die Effekte einzelner Maßnahmengruppen besser einordnen zu können. Im Einzelnen sind dies die Bereiche:

- Gebäude, private Haushalte
- GHD
- Stromverbrauch der privaten Haushalte
- Verkehr
- Industrie
- Strom- und Fernwärmeerzeugung

In Abbildung 6 sind die Beiträge der wichtigsten Bereiche zum positiven BIP-Effekt im Szenario EWS gegenüber APS dargestellt. Den größten Wachstumsbeitrag leistet der Bereich der Gebäude der privaten Haushalte, wobei der Beitrag im Zeitverlauf deutlich zurückgeht. Dagegen nimmt der Anteil durch die Aktivitäten im Bereich GHD, ebenfalls in erster Linie im Gebäudebereich, im Zeitverlauf zu. Gleiches gilt für die Stromeinsparungen im Bereich der privaten Haushalte, vor allem durch den Kauf effizienterer Geräte. Der Beitrag der Industrie steigt ebenfalls bis 2030 deutlich an. Hier machen sich die Einsparinvestitionen im Zeitablauf immer stärker positiv bemerkbar. Lediglich bei der Stromerzeugung nimmt der Wachstumsbeitrag im Zeitverlauf immer weiter ab.

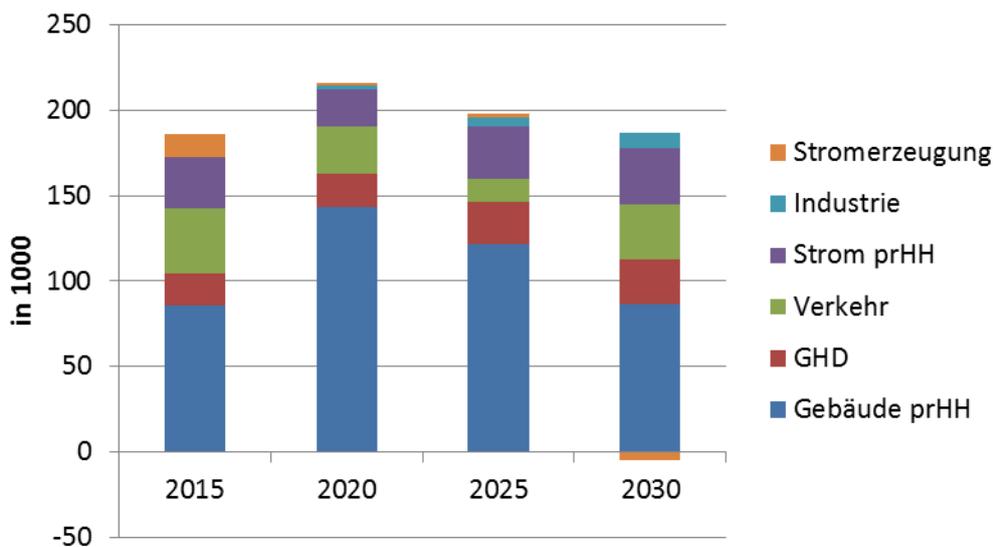
¹ Eine Aufteilung der Beschäftigten nach Wirtschaftsbereichen liegt nur für die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten vor. Deren Gesamtzahl ergibt zusammen mit den Selbstständigen die Zahl der Erwerbstätigen, die in Tabelle 3 ausgewiesen sind.

Abbildung 6: Auswirkungen auf das preisbereinigte BIP - Beiträge einzelner Bereiche im Szenario EWS im Vergleich zu APS in Mrd. Euro



Die Beschäftigungseffekte des Szenarios EWS fallen in den Teilbereichen durchaus anders aus als die BIP-Effekte. Die Gebäudesanierung ist besonders beschäftigungsintensiv. Auch die Stromeinsparungen der privaten Haushalte und der Verkehr schaffen zusätzliche Arbeitsplätze in größerem Umfang. Dagegen ist die Beschäftigungswirkung der Maßnahmen im Industriebereich gering. Die Maßnahmen im Bereich Stromerzeugung führen sogar zu leicht negativen Beschäftigungswirkungen im Jahr 2030.

Abbildung 7: Auswirkungen auf die Beschäftigung - Beiträge einzelner Bereiche im Szenario EWS im Vergleich zu APS in 1000



Für die Interpretation gesamtwirtschaftlicher Effekte von Energieeinspar- und Klimaschutzmaßnahmen ist es wichtig, welche Annahmen über das Entscheidungsverhalten der Investoren getroffen werden. Stehen einer Investition zum Zeitpunkt t Kostenersparnisse in

der Zukunft gegenüber, können Investoren ihre Investitionstätigkeit in entsprechendem Umfang erhöhen. Denkbar ist aber auch eine Verdrängung bisher geplanter Investitionen, sog. crowding out.

Im Szenario EWS wird mit einer Ausnahme implizit unterstellt, dass sich die Einzelmaßnahmen einzelwirtschaftlich rechnen bzw. die Investitionstätigkeit im Betrachtungszeitraum durch Maßnahmen und damit verbundene Kosten nicht beeinträchtigt wird. Es kommt annahmegemäß zu keinem crowding out anderer Investitionen. Für den Bereich der Gebäudesanierungsmaßnahmen der privaten Haushalte erscheint dies in Teilen nicht haltbar, weil in den unterstellten Maßnahmenbündeln nach PS VI kaum staatliche Fördermittel fließen und sich ein Großteil der ordnungsrechtlichen Maßnahmen über den Betrachtungszeitraum nicht einzelwirtschaftlich rechnet. Hier wird eine teilweise Verdrängung sonstiger Ausgaben in einer Größenordnung von 20% der notwendigen Investitionen unterstellt.

Die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte könnten noch größer ausfallen, wenn höhere Exporte deutscher Unternehmen berücksichtigt worden wären, die durch die Entwicklung verbesserter Energieeffizienz- und Klimaschutzgüter über sog. „First-mover advantages“ bzw. die Etablierung von Lead-Märkten entstehen (vgl. Ifeu et al. 2011). Hierzu wird in Abschnitt 6.2 eine Sensitivitätsrechnung durchgeführt. Die Chancen zur Ausschöpfung stehen gut, wenn die Hauptnachfrager deutscher Exportgüter wie Frankreich, Großbritannien, die USA oder China die politisch angestrebten Steigerungen der Energieeffizienz in Zukunft auch umsetzen werden.

Umgekehrt sind die Ergebnisse der Politikszenerarien VI im Bereich der Stromerzeugung aus Sicht des Sommers 2013 durchaus kritisch zu hinterfragen. Der Zubau von Photovoltaikanlagen und der damit die EEG-Vergütungssummen haben sich deutlich stärker entwickelt als dies in den Politikszenerarien VI der Fall ist. Die Annahmen über die Entwicklung der Strompreise erscheinen vor diesem Hintergrund durchaus optimistisch. Höhere Strompreise im Szenario EWS würden aber auf den internationalen Märkten zu Wettbewerbsnachteilen deutscher Unternehmen führen, wenn die bestehenden Ausnahmeregelungen drastisch eingeschränkt oder abgeschafft werden sollten.

4.3 Szenario APS im Vergleich mit Szenario OMS

Im Szenario APS liegt das BIP in den Jahren 2013 bis 2025 um rund 20 Mrd. Euro höher als im Szenario OMS. Im Jahr 2030 steigt dieser Effekt auf 25 Mrd. Euro an. Im Vergleich zum obigen Vergleich zwischen Szenario EWS und APS spielt der private Konsum durchgehend eine größere Rolle, während der Beitrag der Ausrüstungen im Zeitverlauf sinkt und deutlich niedriger liegt als im Vergleich von EWS zu APS. Bauinvestitionen spielen im gesamten Betrachtungszeitraum eine wichtige Rolle. Die Importe steigen mit dem BIP zunächst deutlich an. Mit zunehmender Reduktion der Energieimporte liegen die Importe insgesamt im Jahr 2030 leicht unter dem Wert des OMS-Szenarios. Die gesamtwirtschaftliche Importquote liegt dann deutlich niedriger als im Szenario OMS. Der Finanzierungssaldo des Staates verbessert sich durchgehend deutlich. Die Staatsverschuldung liegt im Jahr 2030 um 115 Mrd. Euro niedriger als im Szenario OMS.

Die Effekte auf die Erwerbstätigkeit fallen im Jahr 2013 am höchsten aus. In den Folgejahren pendelt sich der positive Effekt auf die Erwerbstätigkeit bei 150 bis 175 Tausend ein. Auf Branchenebene profitieren sowohl die Bauwirtschaft durch die verstärkte Gebäudesanierung

als auch Handel und Dienstleistungen sowie Verarbeitendes Gewerbe. Das Beschäftigungsplus in der Bauwirtschaft geht im Zeitverlauf zurück. Im Bereich (konventionelle) Energie- und Wasserwirtschaft geht die Beschäftigung mit der niedrigeren Energiebereitstellung leicht zurück.

Tabelle 5: Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios APS vom Szenario OMS

EWS - OMS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Komponenten des preisbereinigten BIP	Abweichungen in Mrd. €					Abweichung in %*				
Bruttoinlandsprodukt	20,1	18,9	18,9	22,1	25,2	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9
Privater Konsum	9,3	10,0	8,0	10,1	12,9	0,7	0,7	0,6	0,7	0,9
Staatskonsum	0,6	0,7	0,6	0,8	0,9	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Ausrüstungen	5,3	2,4	2,7	3,0	1,6	2,3	1,0	1,1	1,2	0,6
Bauten	9,7	9,1	9,0	8,3	8,2	4,6	4,4	4,4	4,1	4,1
Exporte	0,4	0,1	0,0	0,6	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Importe	5,4	3,5	1,5	0,7	-0,4	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0
Preisindizes	Abw. in Prozentpunkten									
Privater Konsum	-0,11	-0,10	-0,07	-0,14	-0,21	-0,10	-0,08	-0,06	-0,11	-0,16
Produktion	-0,11	-0,06	0,01	-0,05	-0,10	-0,10	-0,06	0,01	-0,04	-0,07
Importe	-0,07	-0,13	-0,34	-0,61	-0,90	-0,07	-0,12	-0,28	-0,49	-0,69
Staatshaushalt in jeweiligen Preisen	Abweichungen in Mrd. €									
Finanzierungssaldo	5,5	4,7	5,7	7,1	8,9					
Gütersteuern	2,8	2,7	2,2	2,0	2,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,6
Arbeitsmarkt	absolute Abweichungen									
Erwerbstätige (Inland) in 1000	190	175	150	155	163	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Erwerbslose in 1000	-118	-108	-92	-96	-100	-4,9	-4,4	-3,6	-4,1	-6,4

* Zum Finanzierungssaldo des Staates werden keine Abweichungen in % ausgewiesen, weil die Werte bei Größen nahe Null nicht sinnvoll interpretierbar sind.

Tabelle 6: Sektorale Beschäftigungseffekte - Abweichungen des Szenarios APS vom Szenario OMS

EWS - OMS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Beschäftigte	Abweichungen in 1000					Abweichung in %				
Bergbau u. Gewinnung von Steinen u. Erden	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Verarbeitendes Gewerbe	21,2	15,1	11,2	12,1	11,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Energie- und Wasserversorgung	-0,3	-0,9	-2,0	-2,6	-3,1	-0,1	-0,4	-0,8	-1,1	-1,3
Energieversorgung	-0,3	-1,0	-2,0	-2,6	-3,1	-0,1	-0,4	-0,9	-1,2	-1,5
Baugewerbe	70,6	64,8	58,7	50,4	47,3	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3
Handel und Dienstleistungen	77,9	76,3	64,1	76,8	86,7	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Insgesamt	169,6	155,5	132,3	136,8	142,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4

4.4 Vermiedene externe Klimakosten

Mit dem Rückgang der energiebedingten THG-Emissionen im Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS sind auch geringere externe Kosten der Energieversorgung verbunden, die nicht in den gesamtwirtschaftlichen Zahlen auftauchen.

Die aktualisierte Fassung der Methodenkonvention des Umweltbundesamtes, die Empfehlungen zu der Bewertung von Klimakosten macht, bezieht neuere Forschungsergebnisse aus der Analyse von Umweltschäden ein². Tabelle 7 greift eine Übersicht aus Anhang B der Methodenkonvention 2.0 auf.

Tabelle 7: Empfehlung des Umweltbundesamtes zu den Klimakosten (in Euro2010 / t CO₂)

Klimakosten in Euro2010 /t CO ₂			
	Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig
	2010	2030	2050
Unterer Wert	40	70	130
Mittlerer Wert	80	145	260
Oberer Wert	120	215	390

Quelle: Umweltbundesamt (2012 Tabelle 1)

² Die Methodenkonvention 2.0 (Umweltbundesamt 2012) beruht auf einem Forschungsauftrag des Umweltbundesamtes im Jahr 2009 an das Forschungsinstitut Infrac, Zürich, das Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER) Stuttgart und das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) Karlsruhe „Schätzung externer Umweltkosten und Vorschläge zur Kosteninternalisierung in ausgewählten Politikfeldern“. An den methodischen Grundsätzen hat sich gegenüber der ersten Methodenkonvention aus dem Jahr 2007 nahezu nichts geändert, diese Fassung ist methodisch derzeit noch valide.

Mit den dort ermittelten Auswirkungen des auf den anthropogenen CO₂-Ausstoß zurückführbaren Klimawandels lassen sich die durch Klimaschutzmaßnahmen vermiedenen Schäden auf Basis der Emissionsrückgänge des EWS gegenüber dem APS, die in den Politikszenerarien VI ausgewiesen sind, errechnen.

Für den Zeitraum von 2010 bis 2030 wurde im Folgenden eine lineare Interpolation zwischen den in Tabelle 7 für 2010 und 2030 aufgeführten Klimakosten angesetzt. Damit ergeben sich nach Tabelle 8 im Jahr 2030 vermiedene Schäden zwischen knapp 11,5 und gut 35 Mrd. Euro in heutigen Preisen.

Wie können diese Kosten in einem gesamtwirtschaftlichen Modell berücksichtigt werden? Theoretisch sollten externe Kosten in einem funktionierenden Emissionshandel über die Zertifikatspreise abgebildet sein und fänden so Eingang in die gesamtwirtschaftliche Modellierung. In Breitschopf et al. (2011) wird dieser Ansatz aufgegriffen und es wird versucht, die externen Kosten über einen fiktiven Zertifikatspreis abzubilden, der in seiner Höhe in der Nähe der Kostenansätze des Umweltbundesamtes (UBA, damals noch 2007) liegt. Bis 2030 steigt er auf 100 Euro/t CO₂ an. Dieser Zertifikatspreis wird in das Modell PANTA RHEI eingestellt und es werden zwei Szenarien mit unterschiedlichem Ausbau Erneuerbarer Energien miteinander verglichen. Die gesamtwirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Erneuerbaren Energien tritt dadurch noch deutlicher hervor. Zum Vergleich wurde ein Szenario mit rein fossiler Strom- und Wärmeerzeugung herangezogen, das durch die Zertifikatspreise deutlich belastet wird. Je mehr fossile Energieträger in einem Szenario eingesetzt werden, desto stärker treten im Vergleich dazu die positiven Effekte von Klimaschutzpolitik hervor.

Tabelle 8: THG-Emissionen nach Politikszenerarien VI in Mio. t CO₂-Äqu. und vermiedene Schäden durch zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen in Mio. Euro2010

	2008	2015	2020	2025	2030
	THG-Emissionen in Mio. t CO₂-Äqu.				
APS	848	788,2	714,2	677,4	592,6
EWS	848	743,8	623,9	542,7	429,0
Differenz	0	44,4	90,3	134,7	163,6
	Vermiedene Schäden in Mio. Euro2010				
Unterer Wert	0	2.309	5.237	8.621	11.452
Mittlerer Wert	0	4.706	10.746	17.780	23.722
Oberer Wert	0	7.015	15.983	26.401	35.174

Für den vorliegenden Vergleich verschiedener Politikszenerarien mit den jeweiligen Referenzen wurde eine solche umfassende Modellierung nicht vorgenommen. Zum einen hat die Krise der Eurozone und eine bezüglich zukünftiger Wirtschaftstätigkeit allzu optimistische sowie bezüglich zukünftiger Emissionen allzu pessimistische Zuteilung die Zertifikatspreise in jüngerer Zeit verfallen lassen. Die Modellierung der Internalisierung externer Effekte über den Zertifikatspreis sollte die Ergebnisse weiterer Verhandlungen der europäischen Klimapolitik abwarten.

Zum anderen ist der Unterschied bei den vorliegenden Szenarien weniger gravierend als bei der weiter oben skizzierten Untersuchung zum Ausbau erneuerbarer Energien. Die Ergebnisse bei einem Vergleich des Energiewendeszenarios EWS mit dem APS würden zwar vom Vorzeichen her ähnliche Tendenzen aufweisen wie in Breitschopf et al. (2011) beschrieben, allerdings in geringerer Größenordnung.

5 Sensitivitätsrechnungen

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Aspekte anhand von Sensitivitätsrechnungen betrachtet. Sie geben Hinweise darauf, welche Teile der Klimaschutzmaßnahmen welchen Beitrag zu den Gesamteffekten leisten und welche Punkte bei einer umfassenden Diskussion gesamtwirtschaftlicher Effekte von Politikszenerarien mit bedacht werden sollten.

5.1 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS - nur Energieeffizienzmaßnahmen

Zur Einordnung des Beitrags von Energieeffizienzmaßnahmen zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten des Szenarios EWS im Vergleich zu APS ist eine Sensitivitätsrechnung mit PANTA RHEI durchgeführt worden. Darin sind „nur“ die Teile des Szenarios EWS umgesetzt, die sich auf Energieeffizienz beziehen.

Damit werden sowohl Maßnahmen bei der Stromerzeugung als auch bei Industrieprozessen (nicht-energiebedingte THG-Emissionen) hier nicht betrachtet. Maßnahmen in den Endenergieverbrauchssektoren private Haushalte, GHD und Industrie sind dagegen eindeutig Energieeffizienzmaßnahmen. Im Verkehrsbereich fällt die Zuordnung schwerer. Der bezogen auf die Emissionsminderung überwiegende Teil der Maßnahmen bezieht sich auf Effizienzsteigerungen, aber auch der Einsatz von Biokraftstoffen im internationalen Luftverkehr und ein attraktiverer ÖPNV sorgen für deutliche Emissionsminderungen. Im Verkehrsbereich ist eine bestmögliche Zuordnung der Maßnahmen vorgenommen worden.

Die Effekte des Szenarios unterscheiden sich vom vollständigen Szenario EWS bei BIP und Beschäftigung kaum. Im Umkehrschluss lässt sich feststellen, dass die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte im Szenario EWS im Vergleich zu APS nach 2015 fast ausschließlich auf Energieeffizienzmaßnahmen zurückgehen. Aussagen zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten der Erneuerbaren Energien lassen sich daraus nicht ableiten, weil die Differenzen zwischen EWS und APS in diesem Bereich gering sind und vor allem den Einsatz von Biokraftstoffen im Luftverkehr betreffen, für den anzunehmen ist, dass auf Importe zurückgegriffen wird.

Tabelle 9: Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS, nur Betrachtung der Energieeffizienzmaßnahmen

EWS nur Energieeffizienz - OMS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Komponenten des preisbereinigten BIP	Abweichungen in Mrd. €					Abweichung in %*				
Bruttoinlandsprodukt	14,3	21,4	28,4	26,7	28,2	0,6	0,8	1,1	1,0	1,0
Privater Konsum	9,2	13,9	12,0	5,0	3,3	0,7	1,0	0,8	0,3	0,2
Staatskonsum	0,5	0,8	0,9	0,7	0,6	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Ausrüstungen	4,7	5,8	6,8	5,2	5,8	2,0	2,5	2,8	2,1	2,2
Bauten	3,5	5,6	14,5	19,0	18,9	1,6	2,6	6,7	9,0	9,0
Exporte	0,4	0,4	0,0	-0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Importe	4,1	5,3	5,9	2,7	0,9	0,4	0,5	0,4	0,2	0,0
Preisindizes	Abw. in Prozentpunkten									
Privater Konsum	-0,10	-0,15	-0,09	0,03	0,03	-0,09	-0,13	-0,07	0,03	0,02
Produktion	-0,13	-0,15	0,00	0,22	0,29	-0,12	-0,13	0,00	0,17	0,21
Importe	-0,08	-0,15	-0,35	-0,76	-1,23	-0,07	-0,13	-0,29	-0,61	-0,95
Staatshaushalt in jeweiligen Preisen	Abweichungen in Mrd. €									
Finanzierungssaldo	5,3	6,2	7,3	7,3	8,5					
Gütersteuern	1,6	2,3	2,7	1,4	-0,2	0,6	0,8	0,9	0,5	-0,1
Arbeitsmarkt	absolute Abweichungen									
Erwerbstätige (Inland) in 1000	115	172	218	199	189	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5
Erwerbslose in 1000	-71	-106	-135	-123	-117	-3,1	-4,5	-5,5	-5,6	-7,9

* Zum Finanzierungssaldo des Staates werden keine Abweichungen in % ausgewiesen, weil die Werte bei Größen nahe Null nicht sinnvoll interpretierbar sind.

5.2 Szenario EWS mit Exporten im Vergleich zum Szenario EWS - Wirkung zusätzlicher Exporte

Politikmaßnahmen zum Klimaschutz werden immer wieder auch mit Blick auf die internationalen Chancen und Risiken analysiert. Zu den Chancen zählen mögliche zusätzliche Absatzmöglichkeiten von Klimaschutzgütern auf den Weltmärkten. Der Gefahr von Wettbewerbsnachteilen durch Preissteigerungen, die einseitiger Klimaschutz hervorrufen kann, stehen Chancen auf den Weltmärkten gegenüber, im Inland erfolgreich eingesetzte Klimaschutzgüter auch im Ausland auf schnell wachsenden Märkten anzubieten.

In der „Exportsensitivität“ werden daher die gesamtwirtschaftlichen Effekte entsprechend höherer deutscher Exporte von Klimaschutzgütern betrachtet. Dazu wird Bezug genommen auf Untersuchungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative. In Ifeu et al. (2011, S. 96ff.) wurden zusätzlich mögliche Exporte von Effizienzgütern aus Abschätzungen der Weltmarktentwicklung und der Entwicklung deutscher Handelsanteile abgeleitet. Danach könnten die deutschen Exporte in einem optimistischen Szenario im Jahr 2020 um etwa 7 Mrd. Euro und im Jahr 2030 sogar um gut 12 Mrd. Euro höher liegen.

Tabelle 10: Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS mit Exporten vom Szenario EWS, Betrachtung zusätzlicher Exporte von Effizienzgütern

EWS mit Exporten - EWS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Komponenten des preisbereinigten BIP	Abweichungen in Mrd. €					Abweichung in %*				
Bruttoinlandsprodukt	0,7	2,4	6,1	8,2	9,6	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3
Privater Konsum	0,2	0,8	2,5	3,5	4,3	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3
Staatskonsum	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Ausrüstungen	0,1	0,3	0,7	0,8	0,9	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3
Bauten	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exporte	0,9	2,6	6,6	9,3	11,8	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6
Importe	0,4	1,4	4,0	5,9	7,9	0,0	0,1	0,3	0,4	0,4
Preisindizes	Abw. in Prozentpunkten									
Privater Konsum	0,00	-0,01	-0,04	-0,05	-0,07	0,00	-0,01	-0,03	-0,04	-0,05
Produktion	-0,01	-0,02	-0,06	-0,08	-0,10	0,00	-0,02	-0,05	-0,06	-0,07
Importe	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	0,00	0,00	-0,01	-0,02	-0,03
Staatshaushalt in jeweiligen Preisen	Abweichungen in Mrd. €									
Finanzierungssaldo	0,3	0,6	1,2	1,4	1,8					
Gütersteuern	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
Arbeitsmarkt	absolute Abweichungen									
Erwerbstätige (Inland) in 1000	6	18	42	52	57	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2
Erwerbslose in 1000	-4	-11	-26	-32	-35	-0,2	-0,5	-1,1	-1,5	-2,6

* Zum Finanzierungssaldo des Staates werden keine Abweichungen in % ausgewiesen, weil die Werte bei Größen nahe Null nicht sinnvoll interpretierbar sind.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte zusätzlicher Exporte von Effizienzgütern belaufen sich auf einen BIP-Effekt in Höhe von 9,6 Mrd. Euro und eine zusätzliche Erwerbstätigkeit von 57 Tausend. Nachfrageseitig werden die Effekte selbstverständlich vor allem von den zusätzlichen Exporten getragen. Höhere Beschäftigung führt aber auch zu zusätzlichem privatem Konsum.

5.3 Szenario EWS im Vergleich zum Szenario APS - Vollständiges crowding out der zusätzlichen Investitionen

Annahmen über die Zusätzlichkeit von Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen spielen eine wichtige Rolle für die gesamtwirtschaftlichen Effekte. Investoren treffen ihre Entscheidung zwischen verschiedenen Investitionsmöglichkeiten bei knappen Mitteln.

Klimaschutzinvestitionen könnten deshalb andere geplante Investitionen verdrängen. Ein entsprechendes crowding out geplanter Investitionen ist bei erhöhter Nachfrage nach Klimaschutzmaßnahmen auch durch Marktveränderungen in Form höherer Zinsen, Knappheiten bei Beschäftigten etc. möglich. Hier lassen sich zwei Extremfälle unterscheiden: Entweder findet kein Verdrängung oder ein vollständiges crowding out zusätzlicher Klimaschutzinvestitionen statt (vgl. auch Lutz et al. 2012).

Im Folgenden wird der Extremfall des vollständigen crowding out für das Szenario EWS betrachtet. Dazu wird angenommen, dass die notwendigen Klimaschutzinvestitionen des Szenarios EWS vollständig umgesetzt werden, allerdings in gleichem Umfang andere geplante Investitionen unterlassen werden.

Nach Tabelle 11 weist das Szenario EWS selbst bei der extremen Annahme einer vollständigen Verdrängung anderer Investitionen durch die Klimaschutzinvestitionen durchgehend positive gesamtwirtschaftliche Effekte gegenüber dem Szenario APS aus. Klimaschutz gemäß Szenario EWS ist auch dann gesamtwirtschaftlich lohnend.

Tabelle 11: Auswirkungen auf wichtige gesamtwirtschaftliche Größen - Abweichungen des Szenarios EWS vom Szenario APS, Annahme vollständiges crowding out der zusätzlichen Klimaschutzinvestitionen

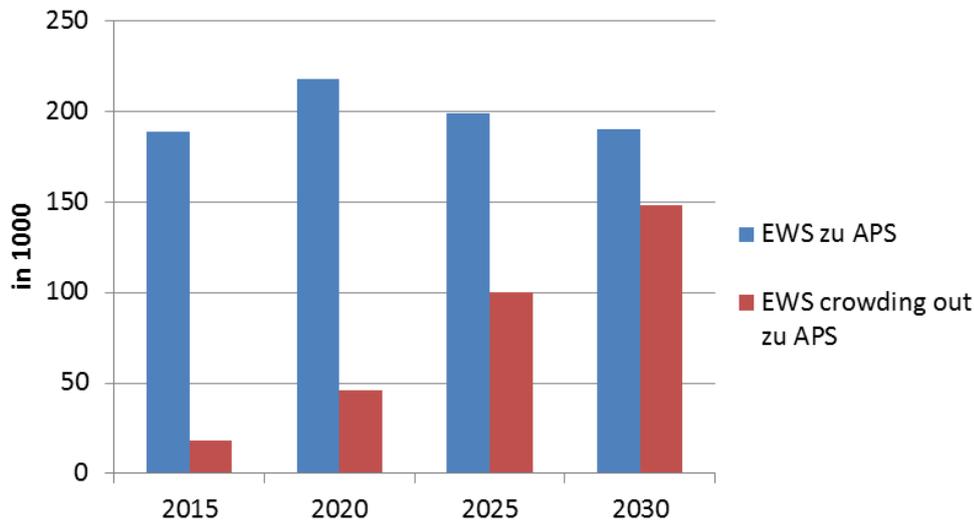
EWS mit vollständigem crowding out - APS	2013	2015	2020	2025	2030	2013	2015	2020	2025	2030
Komponenten des preisbereinigten BIP	Abweichungen in Mrd. €					Abweichung in %*				
Bruttoinlandsprodukt	1,5	3,1	7,6	15,4	23,9	0,1	0,1	0,3	0,6	0,8
Privater Konsum	0,6	1,2	3,2	7,1	11,7	0,0	0,1	0,2	0,5	0,8
Staatskonsum	0,1	0,2	0,4	0,9	1,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
Ausrüstungen	0,1	0,2	0,6	1,1	1,7	0,1	0,1	0,2	0,4	0,6
Bauten	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Exporte	0,1	0,2	0,6	1,8	3,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Importe	-0,5	-1,2	-2,6	-4,1	-5,5	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3
Preisindizes	Abw. in Prozentpunkten									
Privater Konsum	-0,03	-0,05	-0,17	-0,43	-0,69	-0,03	-0,05	-0,14	-0,34	-0,53
Produktion	-0,02	-0,02	-0,08	-0,24	-0,39	-0,02	-0,02	-0,07	-0,19	-0,29
Importe	-0,06	-0,14	-0,37	-0,81	-1,29	-0,06	-0,13	-0,31	-0,64	-0,99
Staatshaushalt in jeweiligen Preisen	Abweichungen in Mrd. €									
Finanzierungssaldo	0,1	0,3	0,6	1,3	2,6					
Gütersteuern	-0,5	-0,8	-1,7	-2,9	-4,3	-0,2	-0,3	-0,6	-0,9	-1,3
Arbeitsmarkt	absolute Abweichungen									
Erwerbstätige (Inland) in 1000	10	18	46	100	148	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4
Erwerbslose in 1000	-6	-11	-28	-62	-92	-0,3	-0,5	-1,2	-2,8	-6,2

* Zum Finanzierungssaldo des Staates werden keine Abweichungen in % ausgewiesen, weil die Werte bei Größen nahe Null nicht sinnvoll interpretierbar sind.

Allerdings fällt im Vergleich zum Szenario EWS auf, dass die Annahme des crowding out die positiven gesamtwirtschaftlichen Effekte vor allem zu Beginn des Betrachtungszeitraums deutlich reduziert (Abbildung 8). Es fehlen kurzfristig die positiven Impulse zusätzlicher Investitionen. Längerfristig gewinnen die Effizienzsteigerungen und die damit verbundenen Rückgänge von Energieimporten immer mehr an Bedeutung. Außenhandel und privater Konsum tragen langfristig den positiven BIP-Effekt. Auch bei den Erwerbstätigen zeigt sich eine entsprechende zeitliche Entwicklung. Bis 2030 könnten selbst bei der Annahme von

vollständigem crowding out knapp 150 Tausend zusätzliche Arbeitsplätze entstehen. Bis 2030 wird zunehmend Energieeinsatz durch andere Produktionsfaktoren substituiert.

Abbildung 8: Auswirkungen auf die Erwerbstätigkeit - Szenarien EWS crowding out und EWS zum Szenario APS in 1000



Die spannende Frage ist an dieser Stelle, in welchem Umfang ein crowding out der Investitionen wahrscheinlich ist. Je näher sich eine Volkswirtschaft an Vollbeschäftigung bzw. einer Vollauslastung der Produktionsfaktoren befindet, desto größer ist unter sonst gleichen Bedingungen das crowding out. Ähnlich ist auch die Finanzierungsseite zu sehen: Je mehr attraktive Anlagealternativen bestehen, desto schwieriger ist die Finanzierung von Klimaschutzinvestitionen.

Aktuell sprechen verschiedene Argumente dafür, dass crowding out bei Klimaschutzinvestitionen derzeit nur eine untergeordnete Rolle spielt und in den Rechnungen oben angemessen berücksichtigt ist:

- Notenbanken in aller Welt fluten die Geld- und Kapitalmärkte und haben die Zinsen auf historische Tiefstände gedrückt. Lohnende Investitionsmöglichkeiten werden händeringend gesucht. Die Realzinsen risikofreier Anlagen sind negativ.
- Die Investitionsquote, das Verhältnis von Investitionen zum BIP, liegt in Deutschland sowohl im internationalen Vergleich als auch in der historischen Entwicklung sehr niedrig.
- Unternehmen stehen sehr günstige Finanzierungsmöglichkeiten für Investitionen zur Verfügung. Zusätzlich sichert die staatliche KfW viele Klimaschutzinvestitionen ab.
- Deutsche Privathaushalte verfügen über historisch hohe Nettovermögen. Angesichts negativer Realzinsen lohnen sich selbst Klimaschutzinvestitionen mit sehr niedrigen Renditen.

Vieles spricht dafür, dass es derzeit vor allem an attraktiven Investitionsmöglichkeiten mangelt oder Hemmnisse (IEA 2013) dazu führen, dass eigentlich lohnende Investitionen in Klimaschutz

nicht getätigt werden. Einzelwirtschaftlich lohnende Klimaschutzinvestitionen dürften kaum andere geplante Investitionen verdrängen.

6 Einordnung der Ergebnisse

6.1 Vergleich mit anderen Studien

In den letzten Jahren sind verschiedene Simulationsrechnungen zu den gesamtwirtschaftlichen Effekten von Klimaschutzmaßnahmen durchgeführt worden. Ein Teil dieser Studien ist in Tabelle 12 dargestellt. Ein Vergleich ist durchaus schwierig, weil unterschiedliche Szenarien, etwa bzgl. der Betrachtung von Energieeffizienz, Erneuerbaren Energien oder umfassenden Klimaschutzprogrammen verglichen werden, die zugrunde liegende Referenzentwicklungen unterschiedlich sind, und unterschiedliche Modelle mit teilweise unterschiedlichen Wirkungskanälen eingesetzt worden sind.

Am ehesten ist ein Vergleich der in dieser Studie ermittelten Ergebnisse mit den Berechnungen von Jochem et al. (2008), Nr. 3 in Tabelle 12, sowie von Schade et al. (2009), Nr. 4 in Tabelle 12 möglich. In beiden werden ambitionierte Klimaschutzmaßnahmenpakete, die die THG-Ziele der Bundesregierung in den Jahren 2020 und 2030 erreichen, mit Referenzentwicklungen verglichen, die etwa 2005 ansetzen. In den Studien aus den Jahren 2008 und 2009 handelt es sich jeweils um ein Meseberg plus-Paket, das neben den von der Bundesregierung 2008 beschlossenen Maßnahmen weitere Maßnahmen enthält, um das THG-Minderungsziel zu erreichen. Das EWS-Szenario aus PS VI führt zu ähnlichen THG-Minderungen.

Allerdings hat ein Vergleich der Modelle PANTA RHEI und ASTRA bereits einige Unterschiede in den Wirkungsmechanismen beider Modelle aufgezeigt, die in ihrer Richtung die Unterschiede zwischen den Rechnungen mit beiden Modellen in Teilen erklären können (Lehr et al. 2011, S.7f.):

1. Während in ASTRA Investitionen in neue Technologien die Faktorproduktivität steigern und dies zusätzliche Investitionen induzieren kann, werden in PANTA RHEI auf längere Sicht dämpfende Einflüsse höherer Kapitalkosten wirksam.
2. ASTRA ist ein EU-Modell, in dem positive ökonomische Effekte in einem Land zu höherer Wirtschaftstätigkeit auch in anderen EU-Staaten führen, was wiederum die Exporte aller Länder erhöht. Anders als in ASTRA bildet PANTA RHEI entsprechende Rückkopplungseffekte nicht ab.
3. Die historischen Daten und damit die Formulierung von Verhaltensparametern sind in PANTA RHEI aktueller als in den ASTRA-Rechnungen, die noch unter dem Eindruck einer massiven Wirtschafts- und Arbeitsmarktkrise durchgeführt wurden. Dies führt mit Blick auf den Arbeitsmarkt wahrscheinlich dazu, dass angesichts des knapper werdenden Arbeitsangebots und der bereits am aktuellen Rand deutlich geringeren Arbeitslosigkeit in PANTA RHEI stärkere Lohneffekte höherer Investitionen auftreten, die dämpfend auf Multiplikatorprozesse wirken. Beschäftigungseffekte schlagen sich dann stärker in den „Lohntüten“ der Beschäftigten nieder als in zusätzlichen Arbeitsplätzen.

Alle drei aufgeführten Punkte deuten darauf hin, dass vergleichbare Inputgrößen in PANTA RHEI eher etwas geringere gesamtwirtschaftliche Effekte auslösen dürften als in ASTRA, erklären also die Differenz der Effekte zumindest in Teilen.

Tabelle 12: Überblick über Studien zu gesamtwirtschaftlichen Effekten von Klimaschutzmaßnahmen

	Institutionen	Studie	Referenz	Inhalt (zentrale Unterschiede zur Referenz)	Jahr	Auftraggeber	Modell	Szenario	BIP-Effekt (2020/2030)	Netto-beschäftigungseffekt (2020/2030)	Investitionen (2020/2030)
1	Prognos, EWI, GWS	Energieszenarien 2010	ambitionierte Referenz	Laufzeiten Kernenergie, Energieeffizienz	2010	BMWi	PANTA RHEI	I A	1 Mrd. € / -1 Mrd. €	13.670 / -62.860	jeweils ca. 20 Mrd. €
2	Ifeu, ISI, Prognos, GWS	Energieeffizienz	angelehnt an Referenz der Esz 2010	Energieeffizienz	2011	BMU	PANTA RHEI	Effizienz ambitioniert	17,4 Mrd. € / 22,8 Mrd. €	123.000 / 127.000	10,5 Mrd. € / 22,8 Mrd. €
3	BSR, ECF, ISI, PIK	Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland	OMS aus PSZ IV	Energieeffizienz (IEKP)	2008	BMU	ASTRA	Meseberg-Plus	70 Mrd. € / 110 Mrd. €	500.000 / 1 Mio.	39 Mrd. € / 38 Mrd. €
4	ISI	Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Energieeffizienzmaßnahmen	OMS aus PSZ IV	IEKP	2009	UBA	ASTRA	Meseberg	70 Mrd. € / 81 Mrd. €	377.000 / 697.000	39 Mrd. € / 33 Mrd. €
4	ISI	Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Energieeffizienzmaßnahmen	OMS aus PSZ IV	IEKP	2009	UBA	ASTRA	Meseberg plus	95 Mrd. € / 105 Mrd. €	630.000 / 1055.000	52 Mrd. € / 40 Mrd. €
5	GWS, DIW, DLR, ZSW, ISI	Auswirkungen des EE-Ausbaus	Nullszenario	Ausbau EE inkl. Export	2011	BMU	PANTA RHEI	PV2, verhaltener Export	10,1 Mrd. € / 21,5 Mrd. €	34.300 / 143.130	16,6 Mrd. € / 14,0 Mrd. €
6	Prognos AG (Werte für 2021/2031)	Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren	Basisszenario: Langsames Auslaufen der bestehenden Förderung	Verstärkte Förderung der Gebäudesanierung nach Zielszenarien der Energieszenarien 2010	2013	KfW	VIEW	Szenario 2	Ca. 4,5 Mrd. € jährlicher Effekt auf Bruttowertschöpfung	272.444 / 300.290	28 Mrd. € / 37 Mrd. €
7	GWS	Volkswirtschaftliche Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten verschiedener Politikszenerien	OMS aus PSZ VI	Klimaschutz	2013	UBA	PANTA RHEI	EWS	48,8 Mrd. € / 55,0 Mrd. €	367.000 / 363.000	48,6 Mrd. € / 48,4 Mrd. €
8	IWU, BEI	Förderwirkungen des KfW-Gebäudesanierungsprogramms		Bruttowirkung der von der KfW geförderten Bauinvestitionen	2011	KfW	Statisches IO-Modell	Ex-post Evaluation		286.000 (2010) / 247.000 (2011)	21,2 Mrd. € (2010) / 18,4 Mrd. € (2011)

Darüber hinaus sind die folgenden Punkte beim Vergleich der unterschiedlichen Rechnungen zu beachten:

Erstens ist zu bedenken, dass sich die in PS IV (Matthes et al. 2008) und PS VI hinterlegten Maßnahmenbündel und die Einschätzungen über die benötigten Investitionsimpulse und mit ihrer Umsetzung verbundenen THG-Vermeidungskosten teilweise deutlich unterscheiden. Maßnahmen, die in Politikszenerien VI bereits im OMS verortet sind, wurden in PS IV noch als Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario verbucht. Ein Beispiel ist die Ökologische Steuerreform der Jahre 1999 bis 2003. Wenn die Referenz der PS IV aber weniger ambitioniert ausfällt, sind die Differenzen zu einem Klimaschutzpfad größer, sodass gegenüber PS VI weitere einzelwirtschaftlich lohnende Maßnahmen berücksichtigt sind. Damit erklärt sich zumindest ein Teil der Unterschiede zwischen den darauf basierenden gesamtwirtschaftlichen Simulationsrechnungen. In ASTRA lösen Investitionsimpulse offensichtlich stärkere

makroökonomische Zweitrundeneffekte aus. Inwieweit dies auch durch Unterschiede in den Maßnahmenbündeln begründet ist, lässt sich nicht separieren.

Zweitens gehen die ASTRA-Rechnungen aus den Jahren 2008 und 2009 von einer ganz anderen Preisbasis der ökonomischen Indikatoren aus. Investitionen in konstanten Preisen unterschiedlicher Basisjahre lassen sich nur eingeschränkt miteinander vergleichen, zumal auch Revisionen der ökonomischen Datensätze stattgefunden haben.

Schließlich kommt es in PANTA RHEI zu einer stärkeren Rückführung der Staatsverschuldung im Zuge der positiven gesamtwirtschaftlichen Entwicklung als in ASTRA. Nicht erst die aktuelle Wirtschaftskrise in vielen Euro-Mitgliedsländern zeigt, dass entsprechende Konsolidierungen kurzfristig das Wirtschaftswachstum und die Beschäftigungsentwicklung dämpfen. Im Prinzip könnte ein Teil der zusätzlichen Staatseinnahmen in den oben durchgeführten Rechnungen für weitere Klimaschutzmaßnahmen oder soziale Ausgleichsmaßnahmen verausgabt werden, was die ökonomischen Effekte kurzfristig weiter verbessern könnte.

Auch unabhängig von den etwas unterschiedlichen Wirkungszusammenhängen in den Modellen spielen u.a. die Sektorgewichtung der THG-Minderungsbeiträge und dabei hinterlegte Annahmen zu den notwendigen Investitionen zu ihrer Ausschöpfung eine Rolle für die gesamtwirtschaftlichen Effekte. Gerade mit Blick auf die Industrie weichen die Studien teils deutlich voneinander ab. Dies ist auch deshalb ein wesentlicher Grund für unterschiedliche Abschätzungen, weil in diesem Bereich das Verhältnis von Energieeinsparung und notwendigen Investitionen deutlich günstiger ist als z.B. im Gebäudebereich.

Aber aus dem Vergleich mit anderen Studien lassen sich bestimmte Schlüsse ziehen. Gesamtwirtschaftliche Effekte von Klimaschutzmaßnahmen fallen umso höher aus, je weniger ambitioniert die unterstellte Referenzentwicklung ist, an der die Klimaschutzmaßnahmen gespiegelt werden. An dieser Stelle ist es für eine realistische Einschätzung wichtig, dass die Referenz den autonomen technischen Fortschritt abbildet, weil sonst auch die Gefahr einer Überschätzung der gesamtwirtschaftlichen Effekte von Klimaschutzmaßnahmen besteht.

Insbesondere Energieeffizienzmaßnahmen und die damit verbundenen Investitionen können mit deutlich positiven gesamtwirtschaftlichen Effekten verbunden sein. Dies zeigt sich nicht zuletzt auch in spezifischen Studien im Auftrag der KfW (Prognos 2013, IWU, BEI 2012), die die Wirkungen der KfW-Förderprogramme analysieren.

Die positive Wirkung gilt insbesondere, wenn sich die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen dadurch dauerhaft verbessert. Bei der Förderung Erneuerbarer Energien treten positive Nettobeschäftigungseffekte oder allgemeine positive gesamtwirtschaftliche Effekte auf, wenn das zusätzliche Exportpotenzial mit eingerechnet wird (Lehr et al. 2011).

6.2 Einordnung in die aktuelle Debatte der Energiewende

Die Studie bestätigt frühere Analysen, dass Klimaschutz grundsätzlich mit gesamtwirtschaftlich positiven Effekten verbunden ist. Dazu sind auch Klimaschutzmaßnahmen zu rechnen, die vor 2005 ergriffen worden sind und in PS VI bereits im OMS-Szenario enthalten sind. Bezogen auf einige dieser Maßnahmen weisen Lehr et al. (2012a) ebenfalls deutlich positive gesamtwirtschaftliche Effekte aus, die - abgesehen von Überschneidungen - zu den hier ausgewiesenen Effekten hinzuzurechnen sind.

Nach der Expertenkommission zum Energiewende-Monitoring (Löschel et al. 2012) kommt es neben der Erfassung der gesamtwirtschaftlichen Effekte auf der „Ebene der gesamtwirtschaftlichen Aggregate“, die hier für die Politikszenerarien VI erfolgt ist, auch auf die ökonomische Effizienz sowie die Ebene der gesamtwirtschaftlichen Dynamik mit Pfadabhängigkeiten an. Mit Blick auf den ersten Punkt wird die Einschätzung der Experten durch diese Untersuchung bestätigt, dass es sich „bei der Energiewende um ein langfristig angelegtes Investitionsprogramm handelt (Löschel et al. 2012, S. Z-9).

So wichtig die Erkenntnis grundsätzlich deutlich positiver wirtschaftlicher Effekte von Klimaschutz- und Energiewendemaßnahmen ist, wird die aktuelle politische Debatte auch um den Vergleich unterschiedlicher Klimaschutzmaßnahmen und allgemeiner -konzepte geführt oder, in der Formulierung der Expertenkommission, um die Effizienz einzelner Maßnahmen(-bereiche) und Pfadabhängigkeiten.

Im Rahmen des Energiewende-Monitorings sollten stärker als bisher auch einzelne Politikmaßnahmen sowohl innerhalb eines Sektors als auch zwischen Sektoren miteinander verglichen werden. Sensitivitätsrechnungen sind hierzu eine sinnvolle Möglichkeit (Lutz et al. 2012). Außerdem sollte die Erstellung von Klimaschutz- bzw. Politikszenerarien und ihre gesamtwirtschaftliche Bewertung stärker integriert werden. Mit Blick auf den Beitrag einzelner Sektoren zum Klimaschutz fällt auf, dass es hier noch Verbesserungsmöglichkeiten gibt. Gerade im Bereich der Industrie bleiben viele, vielleicht nicht aus Unternehmenssicht, aber doch aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive lohnende Klimaschutzmaßnahmen nicht umgesetzt.

Tatsächlich hat sich die Politik bei der konkreten Gestaltung der zur erfolgreichen Umsetzung der Energiewende notwendigen Maßnahmen in Teilbereichen bisher schwer getan. Im Bereich der Gebäudesanierung ist die Handlungslücke eklatant. Verschiedene Studien gehen davon aus, dass staatliche Fördermittel in einer Größenordnung von jährlich rund 5 Mrd. Euro notwendig wären, um die Ziele des Energiekonzepts in diesem Bereich zu erreichen. Daneben bestehen aber vielfach auch Hemmnisse bei der Umsetzung eigentlich wirtschaftlich lohnender Maßnahmen, wie es zuletzt die IEA (2013) beschrieben hat. Für diese Hemmnisse gibt es oft nachvollziehbare Gründe, wie z. B. Investitionskonkurrenzen in Unternehmen, d.h. andere Investitionen sind noch wirtschaftlicher als Klimaschutzinvestitionen und werden deshalb bevorzugt. Schließlich ist die zentrale politische Botschaft der Simulationsrechnungen, dass die positiven BIP- und Beschäftigungseffekte nur dann realisiert werden können, wenn die unterstellten Klimaschutzmaßnahmen wie in Politikszenerarien VI beschrieben oder vergleichbar auch umgesetzt werden.

7 Modell PANTA RHEI

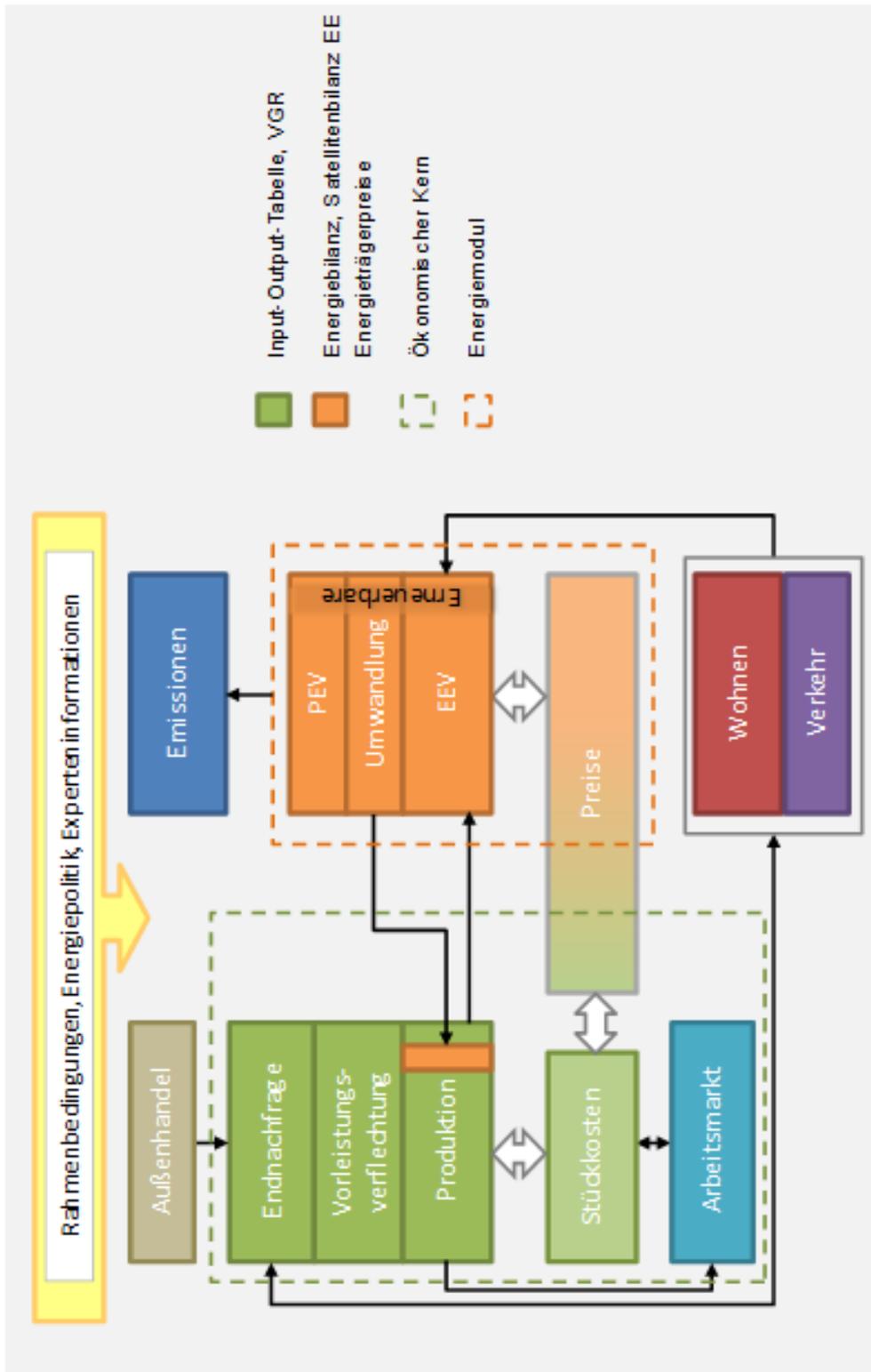
PANTA RHEI ist ein zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen entwickeltes Simulations- und Prognosemodell für die Bundesrepublik Deutschland. Der Name, der eine Reflexion des griechischen Philosophen Heraklit zitiert („alles fließt“), ist Programm: Das Modell erfasst den langfristigen Strukturwandel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

Einen Einblick in die Struktur des Modells PANTA RHEI gibt das in Abbildung 9 dargestellte Flussdiagramm. Neben der umfassenden ökonomischen Modellierung werden die Bereiche Energieverbrauche und Luftschadstoffe, Verkehr, Fläche und Wohnungen detailliert erfasst. Alle Modellteile sind konsistent miteinander verknüpft. Der Verkehrsbereich liefert z. B. den Treibstoffverbrauch in Litern, der mit den Literpreisen multipliziert unmittelbar in die monetäre Vorleistungsnachfrage der Industrie und die Konsumnachfrage der privaten Haushalte eingeht. Änderungen der Steuersätze auf Treibstoffe führen dann einerseits zu geänderten Steuereinnahmen und vielfältigen ökonomischen Anpassungsprozessen. Andererseits lösen die Preisänderungen für Treibstoffe ihrerseits Verhaltensanpassungen aus, die im Modellrahmen erfasst werden.

Das Modell wird voll interdependent gelöst, d.h. dass die Wirkungen einer Maßnahme auf alle Modellvariablen gleichzeitig erfasst werden und keine Effekte „verloren gehen“. Das Modell enthält eine Fülle gesamtwirtschaftlicher Größen auf Basis der amtlichen Statistik und erlaubt sektorale Aussagen nach 59 Wirtschaftsbereichen. Die Energiebilanzen der AGEB sind voll in das Modell integriert. Die Verhaltensparameter sind auf Basis von Zeitreihendaten der Jahre 1991 bis 2010 ökonometrisch geschätzt.

Das Modell PANTA RHEI ist in den vergangenen Jahren vielfältig eingesetzt worden, u.a. in den Energieszenarien 2010 (Prognos, EWI, GWS 2010) sowie verschiedenen Forschungsvorhaben für das Umweltbundesamt und das Bundesumweltministerium (Lehr et al. 2012a und b, Ifeu et al. 2011, Lehr et al. 2011).

Abbildung 9: Struktur des umweltökonomischen Modells PANTA RHEI



8 Literatur

- Breitschopf, B., Ragwitz, M., Klobasa, M., Sensfuß, F., Steinbach, J., Lehr, U., Horst, J., Hauser, E., Leprich, U., Diekmann, J., Braun, F., Horn, M. (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. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Karlsruhe, Osnabrück, Saarbrücken, Berlin.
- Forum für Energiemodelle [Hrsg.] (1999): Energiemodelle zum Klimaschutz in Deutschland. Strukturelle und gesamtwirtschaftliche Auswirkungen aus nationaler Perspektive, Heidelberg.
- Frohn, J., Chen, P., Hillebrand, B., Lemke, W., Lutz, C., Meyer, B., Pullen, M. (2003): Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen: Abschätzungen mit zwei ökonomischen Modellen. Heidelberg.
- IEA (2013): World Energy Outlook, Paris.
- 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.
- Institut Wohnen und Umwelt, Bremer Energieinstitut (2011): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ 2010 und „Ökologisch / Energieeffizient Bauen“ 2006 – 2010. Studie im Auftrag der KfW, Darmstadt, Bremen.
- Jochem, E., Jäger, C. et al. (2008): Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Potsdam.
- Lehr, U., Mönnig, 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, Karlsruhe.
- Lehr, U., Lutz, C., Ulrich, P. (2012a): Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klimapolitischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2011. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Climate Change 15/2012.
- Lehr, U., Lutz, C., Pehnt, M. (2012b): Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Osnabrück, Heidelberg.
- Löschel, A., Erdmann, G., Staiß, F., Ziesing, H.-J. (2012): Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“. Stellungnahme zum ersten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für das Berichtsjahr 2011, Berlin, Mannheim, Stuttgart, Dezember 2012.
- Lutz, C., Lehr, U., Ulrich, P., Schlesinger, M. (2012): Analyse der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Energiemarktes. GWS Discussion Paper 12/7, Osnabrück.
- Matthes, F., Gores, S., Graichen, V., O. Harthan, R., Markewitz, P., Hansen, P., Kleemann, M., Krey, J., Martinsen, D., Diekmann, J., Horn, M., Ziesing, H.-J., Eichhammer, W., Doll, C., Helfrich, N., Müller, L., Schade, W., Schlomann, B. (2008): Politikszenerarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030, Climate Change Nr. 01/2008.

- Matthes, F., Busche, J., Döring, U., Emele, L., Gores, S., Harthan, R., Hermann, H., Jörß, W., Loreck, C., Scheffler, M., Hansen, P., Diekmann, J., Horn, M., Eichhammer, W., Elsland, R., Fleiter, T., Schade, W., Schломann, B., Sensfuß, F., Ziesing, H. (2013) [Öko-Institut et al. 2013]: Politikszenerarien für den Klimaschutz VI - Treibhausgas-Emissionsszenerarien bis zum Jahr 2030, Climate Change Nr. 04/2013, Dessau-Roßlau. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/politikszenerarien-fuer-den-klimaschutz-vi>
- Prognos, EWI, GWS (2010): Energieszenerarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie im Auftrag des BMWi, Basel, Köln, Osnabrück.
- Prognos (2013): Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren, Studie im Auftrag der KfW, Berlin, Basel.
- Schade, W., Lüllmann, A., Beckmann, R., Köhler, J. [UBA] (2009): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Energieeffizienzmaßnahmen in den Bereichen Gebäude, Unternehmen und Verkehr. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau. Climate Change 08/09.
- Umweltbundesamt (2007): Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten. Dessau.
- Umweltbundesamt (2012): Ökonomische Bewertung von Umweltschäden. Methodenkonvention 2.0 zur Schätzung von Umweltkosten. Dessau-Roßlau.