Arbeitsbericht 3

Zusammenstellung vorläufiger Modellierungsergebnisse der Politikmaßnahmensets zur Vermeidung makroökonomischer Rebounds

Meilenstein 2.4a

ReCap

Makro-Rebounds begrenzen

Impressum

Autor/innen:
Lara Ahmann, Christian Lutz

Projektleitung:
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin
www.ioew.de

Kooperationspartner:
GWS – Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung
Heinrichstraße 30, 49080 Osnabrück
www.gws-os.com

Universität Göttingen – Lehrstuhl Statistik
Humboldtallee 3, 37073 Göttingen
www.uni-goettingen.de

Der vorliegende Beitrag entstand im Forschungsprojekt „ReCap – Untersuchung der Rolle der Energie- und Ressourcenproduktivität für ökonomisches Wachstum und Entwicklung von politischen Instrumenten zur Eindämmung makroökonomischer Rebound-Effekte“. Das Projekt ist Teil der Fördermaßnahme „Rebound-Effekte aus sozial-ökologischer Perspektive“, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Sozial-Ökologischen Forschung (SÖF).

Förderkennzeichen 01UT170

Für nähere Informationen zum Projekt: www.macro-rebounds.org

Osnabrück, 17. September 2020

Zusammenfassung

In diesem Arbeitsbericht werden die Modellierungsergebnisse von verschiedenen Maßnahmensets zur Begrenzung von Rebound-Effekten dargestellt, die mit dem Modell PANTA RHEI für den Projektionszeitraum von 2020 bis 2030 simuliert wurden. Folgende Maßnahmensets wurden untersucht: (1) Effizienzförderung in der Industrie plus Reinvestitionserfordernis, (2) Effizienzförderung in der Industrie plus CO_2 -Steuer und Rückvergütung über Reduktion der EEG-Umlage, (3) Effizienzförderung in der Industrie plus Steuerreform und (4) Effizienzförderung in der Industrie plus Arbeitszeitverkürzung. Effizienzförderung in der Industrie als erste Komponente in allen Maßnahmensets ist der Ausgangspunkt, da hierbei Rebound-Effekte entstehen, die es durch die ergänzenden Maßnahmen zu flankieren gilt. Rebound-Effekte wirken vor allem durch Änderungen von relativen Preisen: Energiekosten sinken und energieintensivere Produktion und Nachfrage wird über alle Produktionsketten angeregt. Preiselastizitäten geben Aufschluss, wie hoch die Rebound-Effekte sind und wie und wo sie durch Maßnahmen begrenzt werden können.

Es werden die Effekte der Maßnahmensets für folgende Indikatoren dargestellt: Energieverbrauch in Gesamtwirtschaft und Industrie, BIP und seine Komponenten wie Konsum und Investitionen sowie weitere sozioökonomische Indikatoren (Beschäftigung, Löhne, Preise). Ziel ist es, im am 23.09.20 stattfindenden Online-Workshop die verschiedenen Maßnahmensets zu diskutieren und gemeinsam ein optimiertes Maßnahmenset zu entwickeln, das sowohl Rebound-Effekte möglichst gut verhindert und damit Energieverbräuche reduziert als auch politisch umsetzbar sind. Diese Zusammenstellung dient dabei als Ausgangspunkt und Diskussionsgrundlage.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung **3**

Komponente 1: Effizienzförderung **4**

Set 1: Komponente 1 plus Reinvestitionserfordernis **7**

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft 8
Energieverbrauch Industrie 8
Komponenten des BIP 9
Weitere sozioökonomische Indikatoren 10

Set 2: Komponente 1 plus CO_2-Steuer und Rückvergütung **11**

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft 11
Energieverbrauch Industrie 14
Komponenten des BIP 15
Weitere sozioökonomische Indikatoren 15

Set 3: Komponente 1 plus Steuerreform **16**

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft 17
Energieverbrauch Industrie 18
Komponenten des BIP 19
Weitere sozioökonomische Indikatoren 20

Set 4: Komponente 1 plus Arbeitszeitverkürzung **21**

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft 21
Energieverbrauch Industrie 22
Komponenten des BIP 23
Weitere sozioökonomische Indikatoren 24

Zusammenfassung und Ausblick **25**

Literatur **26**

Einleitung

Im Projekt ReCap werden modellgestützte Aussagen über makroökonomische und ökologische Wirkungen zu ausgewählten Maßnahmen und -kombinationen getroffen, die geeignet sind Rebound-Effekte einzudämmen. Im bisherigen Projektverlauf wurde zu möglichen Maßnahmen und -kombinationen recherchiert und zusammen mit Stakeholdern im letzten Workshop im November 2019 eine Vorauswahl getroffen. Diese ausgewählten Maßnahmensets wurden daraufhin modelliert, um quantitative Aussagen zu deren möglicher Wirkung zu ermitteln. Als Hintergrundinformation für den am 23. September 2020 stattfindenden Online-Workshop werden in diesem Dokument die modellgestützten Quantifizierungen der ausgewählten Maßnahmensets, die Rebound-Effekten entgegenwirken sollten, dokumentiert.

Bei der Auswertung liegt der Fokus auf einer Reduktion des Endenergieverbrauchs. Gemäß Energiekonzept und Energieeffizienzstrategie 2050 (BMWi 2019) strebt die Bundesregierung eine Minderung des Primärenergieverbrauchs um 30% bis zum Jahr 2030 im Vergleich zu 2008 an. Denn nur durch eine kontinuierliche Steigerung der Energieeffizienz können Energiewende und Klimaschutz wirksam und kosteneffizient umgesetzt werden (BMWi 2019). Für die Industrie strebt die Bundesregierung eine Minderung des Endenergieverbrauchs von 100 bis 150 TWh bis 2030 an. 2016 lag der Endenergieverbrauch mit 1162 TWH fast auf dem Niveau des Jahres 2008. Für den Industriesektor sieht das Klimaschutzgesetz etwa eine Halbierung der THG-Emissionen gegenüber 1990 vor (140 Mt THG in 2030).

Eine zentrale Maßnahme für die Umsetzung des Energieeffizienzstrategie in der Industrie ist das „Investitionsprogramm – Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft“, das als Komponente 1 – natürlich vereinfacht – in allen Maßnahmensets abgebildet wird.

Es werden folgende Maßnahmen(sets) betrachtet:

- Set 1: Effizienzförderung in der Industrie plus Reinvestitionserfordernis
- Set 2: Effizienzförderung in der Industrie plus CO_2 -Steuer und Rückvergütung über Reduktion der EEG-Umlage
- Set 3: Effizienzförderung in der Industrie plus Steuerreform
- Set 4: Effizienzförderung in der Industrie plus Arbeitszeitverkürzung

Die Modellierung erfolgt bei der GWS mit dem umweltökonomischen Modell PANTA RHEI (Lutz et al. 2018). Als energiewirtschaftliches Modell kann PANTA RHEI die sozio-ökonomischen Wirkungen von Maßnahmen für mehr Energieeffizienz und Klimaschutz gut abschätzen. Neben der Betrachtung von Rebound-Effekten für einzelne Industrien sowie die Gesamtwirtschaft sind deshalb das Bruttoinlandsprodukt und seine Komponenten, außerdem Beschäftigung, Lohnentwicklung und Preisniveau weitere interessante Indikatoren.

Im Folgenden geht es um eine Darstellung der Modellierungsannahmen und der Ergebnisse im Szenarienvergleich, d.h. dass die Differenz zum Referenzszenario ohne Effizienzförderung und jeweils ergänzende Maßnahmen ausgewiesen wird. Projektionszeitraum ist von 2020 bis 2030, wobei die aktuellen Entwicklungen durch COVID-19 (noch) nicht integriert sind. Die Rebound-Effekte werden jeweils für das Jahr 2030 ausgewiesen.

Komponente 1: Effizienzförderung

Komponente 1 ist die Ausgangsbasis für die modellierten Maßnahmensets. Es erfolgt eine Modellierung der Förderung von Effizienzmaßnahmen, d.h. dass Unternehmen zusätzliche Investitionen tätigen, um energieeffizienter produzieren zu können. Dieses Vorgehen wird derzeit im Rahmen des Förderpakets „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“[1] staatlich gefördert. Laut Nationalem Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) ist dies auch in Zukunft vorgesehen.

Die Modellannahmen sind angelehnt an die Studie von Prognos et al. (2020) zu energiewirtschaftlichen Projektionen und Folgenabschätzungen 2030/2050. Bisherige Erfahrungswerte aus den Förderprogrammen des BMWi (vgl. Vortrag von Ronny Kay beim letzten Workshop in Peuckert & von Andrian 2019) sowie eigene Vorarbeiten im Rahmen von Oehlmann et a. (2019) liefern vergleichbare Größenordnungen der Fördereffizienz.

Die durch die Effizienzförderung angenommene Einsparung des Energieverbrauchs in der Industrie und damit einhergehende Investitionen sind in Tabelle 1 aufgeführt. Bis 2030 sollte der Energieverbrauch in der Industrie durch diese Maßnahme folglich um 7,3% gesenkt werden. Dafür werden bis zum Jahr 2030 etwa 55 Mrd. € investiert.

Tabelle 1: Modellannahmen für Komponente 1 - Energieeinsparungen und Investitionen durch Effizienzförderung in der Industrie. Quelle: Prognos et al. (2020).

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Investitionen in Mrd. €	2,8	3,7	4,2	5,3	5,3	5,2	5,0	4,8	4,4	6,4	7,5
Kum. Einsparung in PJ	0	15	30	47	65	111	129	146	163	180	200
Entspricht anteilig	0%	0,6%	1,1%	1,8%	2,4%	4,2%	4,8%	5,4%	6,0%	6,6%	7,3%

Die Verteilung der Energieverbrauchsreduktion auf die einzelnen Industriesektoren erfolgt in der Modellierung anteilig nach Höhe des Energieverbrauchs, sodass in jedem Sektor 7,3% Reduktion angestrebt werden, was jedoch nicht mit der gleichen absoluten Einsparung einhergeht. Die einheitliche Reduktion in allen Sektoren ist eine vereinfachende Annahme. Da geförderte Maßnahmen zur Energieeffizienz aber vielfach Querschnittscharakter haben, ist sie nicht unplausibel. Sie entspricht auch dem üblichen Vorgehen bei der modellgestützten Ermittlung von Rebound-Effekten in der Literatur.

Im Szenarienvergleich wird ersichtlich, dass der Energieverbrauch durch Umsetzung der Effizienzförderung sinkt, jedoch aufgrund von Rebound-Effekten nicht zu 100% so wie es angestrebt wird. Eine Erklärung zum Entstehen und eine Taxonomie der Rebound-Effekte findet sich in Lange et al. (2019). Im Projekt ReCap, wie auch im Modell PANTA RHEI, werden gesamtwirtschaftliche Rebound-Effekte betrachtet, d.h. die Summe aller Rebound-Effekte innerhalb einer Volkswirtschaft, die durch Energieeffizienzsteigerungen verursacht werden. Aus Abbildung 1 wird deutlich, dass der realisierte Energieverbrauch (roter Bereich) höher liegt als der angestrebte Energieverbrauch (türkiser Bereich), beides jedoch niedriger liegt als im Referenzlauf ohne zusätzliche Effizienzförderung (grauer Bereich).

[1] Informationen zum Förderpaket unter https://www.deutschland-machts effizient.de/KAENEF/Navigation/DE/Unternehmen/Anlagentechnik/anlagentechnik.html

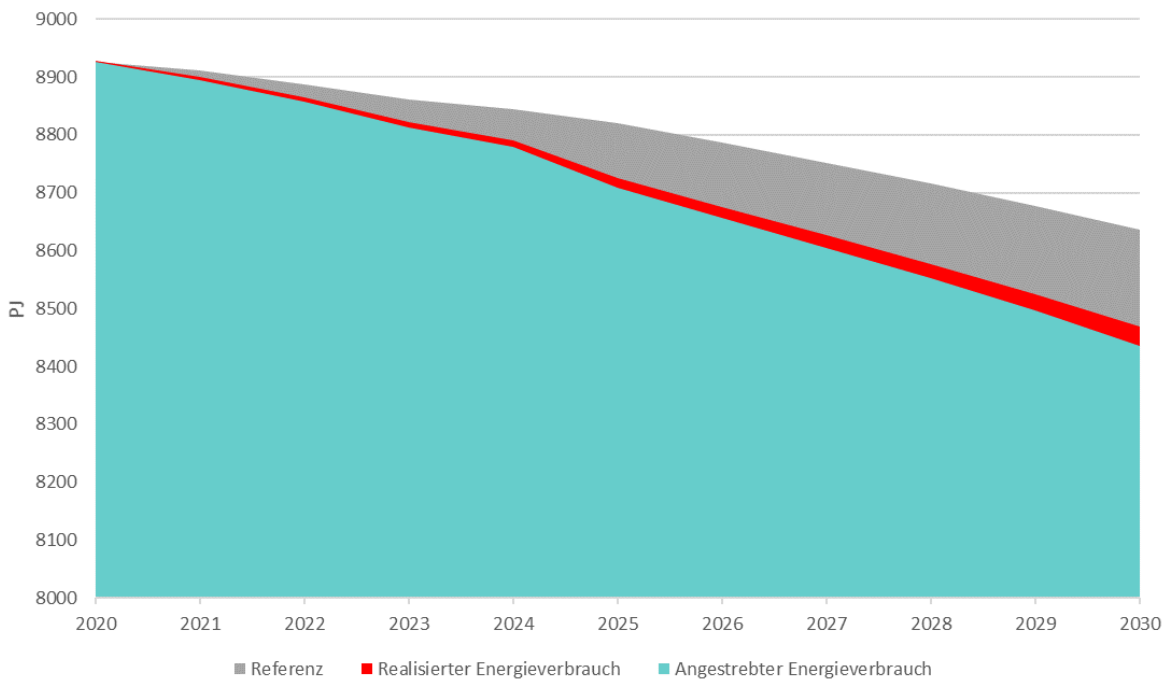


Abbildung 1: Endenergieverbrauch in Deutschland - Projektion für die Jahre 2020 bis 2030

Im Jahr 2030 wurde eine Reduktion um 200 PJ in der Industrie angestrebt und als entsprechende Vorgabe in das Modell eingestellt. Durch verschiedene Effekte in den einzelnen Industrien, aber vor allem auf gesamtwirtschaftlicher Ebene, kommt es zu Rebound-Effekten, sodass die Zielwerte nicht erreicht werden. Laut Modellrechnung kommt es im Jahr 2030 gesamtwirtschaftlich nur zu einer Reduktion um 168 PJ statt 200 PJ, d.h. zu einem Rebound-Effekt von 16%[2]. In der Industrie werden bis 2030 nur 6,7% statt wie angestrebt 7,3% Energieverbrauchsminderung erreicht, auf gesamtwirtschaftlicher Ebene war durch die Maßnahme eine Reduktion des Endenergieverbrauchs um 2,3% angestrebt, tatsächlich erfolgen jedoch nur 1,9%.

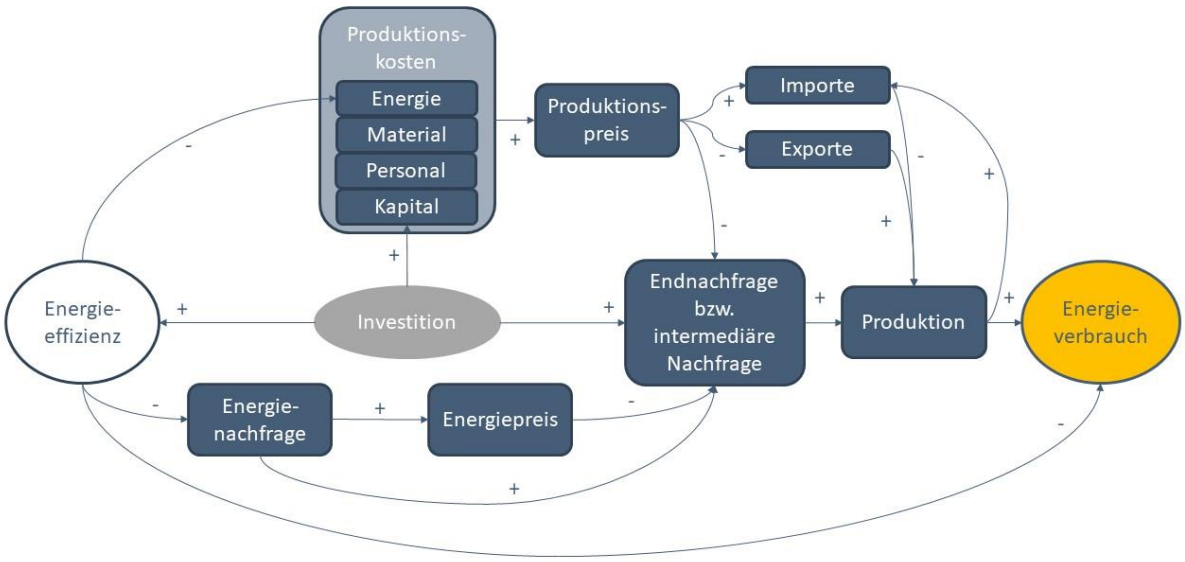


Abbildung 2: Wirkungszusammenhänge Rebound-Effekte auf gesamtwirtschaftlicher Ebene

[2] Im Vergleich zu anderen internationalen Studien, die sektoral disaggregierte Modelle einsetzen, liegen die Rebound-Effekte am unteren Rand, vgl. dazu Banning & Lutz 2019.

Abbildung 2 verdeutlicht die Zusammenhänge zum Entstehen der Rebound-Effekte. Eine ausführliche Erklärung des Schemas findet sich in Ahmann et al. (2020). Hier werden vor allem Rebound-Effekte auf Meso- und Makroebene deutlich. Durch die Effizienzsteigerung können sich sowohl die Energiepreise wie auch die Produktionspreise ändern und so kann eine zusätzliche Nachfrage und/oder Produktion energieintensiverer Güter entstehen. Letztlich wird Energieverbrauch dadurch wieder erhöht und somit die ursprünglich angestrebte Reduktion teilweise nicht erreicht. Es wird deutlich, dass durch eine Effizienzsteigerung gesamtwirtschaftlich quantifizierbare Rebound-Effekte entstehen, d.h. dass durch das Zusammenwirken verschiedener Komponenten wie z.B. veränderte Preise und geänderte Produktion Effekte ausgelöst werden, die einen Teil der Energieverbrauchsminderung wieder ausgleichen. Das Ziel der hier untersuchten Maßnahmensets ist es daher, diese Effekte zu minimieren, damit die Effizienzförderung auch tatsächlich die Reduktion bewirkt, die angestrebt wird.

Allerdings ist nicht nur die Höhe der Rebound-Effekte relevant, sondern auch die Höhe des absoluten Energieverbrauches, denn eine absolute Reduktion des Energieverbrauchs ist notwendig, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch ist die Summe des Energieverbrauchs der Industrie, der privaten Haushalte, den Verbräuchen im Verkehr und im Bereich Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD). Im Projekt konzentrieren wir uns v.a. auf Effizienzmaßnahmen in der Industrie. Wir interessieren uns daher im nächsten Schritt für die Rebound-Effekte bei einzelnen Industriesektoren.

Abbildung 3 zeigt die Höhe der Rebound-Effekte aufgeschlüsselt nach einzelnen Industrien, aber auch für die Industrie gesamt wie auch gesamtwirtschaftlich (ganz rechts) für das letzte Jahr des Projektionszeitraums (2030).

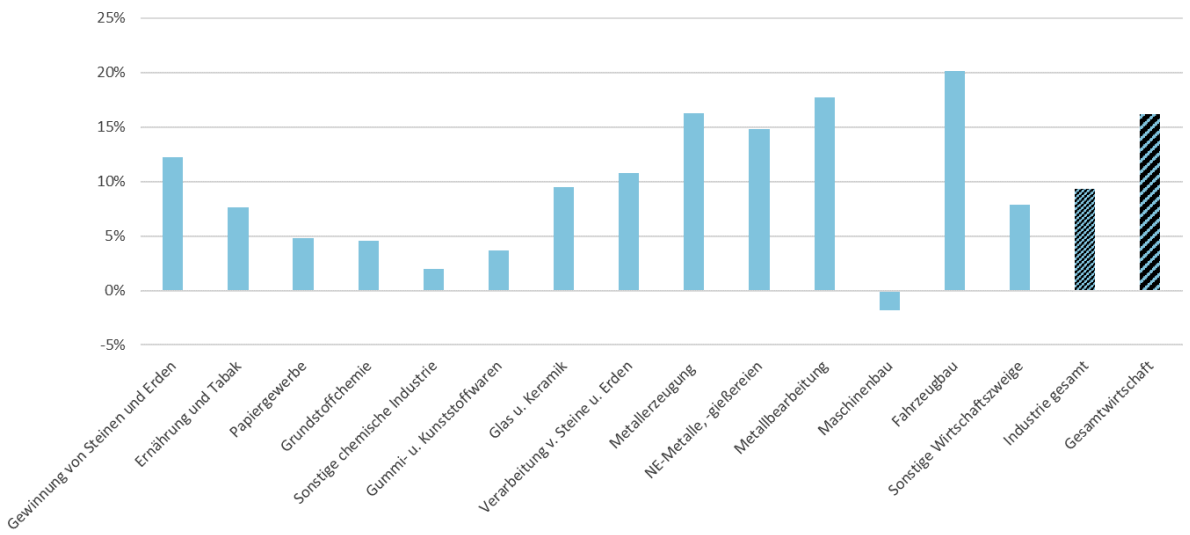


Abbildung 3: Höhe des Rebound-Effektes nach Industriesektoren im Jahr 2030

Rebound-Effekte sind in Industriesektoren unterschiedlich hoch und v.a. gesamtwirtschaftlich (16%) deutlich größer als im Durchschnitt in der Industrie (7%). Dies erklärt vermutlich auch eine Diskrepanz in der Wahrnehmung der Rebound-Effekte und die Schwierigkeit sie zu vermitteln. Sie treten nicht in erster Linie dort auf, wo die Effizienzsteigerung stattfindet, sondern anderswo in der Industriebranche und vor allem an anderer Stelle in der Volkswirtschaft.

Rebound-Effekte wirken vor allem durch Änderungen von relativen Preisen: Energiekosten sinken und energieintensivere Produktion und Nachfrage wird über alle Produktionsketten angeregt. Preiselastizitäten geben Aufschluss, wie hoch die Rebound-Effekte sind und wie und wo sie durch Maßnahmen begrenzt werden können. In Sektoren mit einer hohen Preiselastizität der Energienachfrage wie dem Fahrzeugbau oder der Metallerzeugung sind auch die Rebound-Effekte in

der jeweiligen Industrie überdurchschnittlich hoch. Im Maschinenbau lässt sich sowohl in PANTA RHEI wie auch in Schätzungen auf Grundlage von Unternehmensdaten[3] kein Einfluss der Preise auf die Energienachfrage feststellen. Entsprechend niedrig – oder sogar leicht negativ – fällt der Rebound-Effekt aus, in dem sich lediglich die Anpassung der Produktion im Maschinenbau zeigt. Effizienzsteigerungen und dadurch mögliche Kostensenkungen ändern die relativen Preise (das Produkt wird in Relation zum Energieeinsatz günstiger, was unter sonst gleichen Umständen den Energieeinsatz erhöht). Daneben spielen auch eine ganze Reihe anderer Effekte eine Rolle, die sich ebenfalls für die Industrien unterscheiden:

- Wie stark reagiert der Energieverbrauch auf Änderungen der Nachfrage?
- Wie stark reagiert die Nachfrage auf eine Änderung des Produktpreises?
- Wie stark reagieren die Löhne und damit die Arbeitskosten auf Änderungen von Nachfrage und Produktpreis?

Zusätzlich zu diesen Wirkungen innerhalb einer Industrie wirken vor allem auch Effekte über die Produktionsketten (Änderungen in der Metallbearbeitung beeinflussen z.B. den Fahrzeugbau) und in der Gesamtwirtschaft. Denn Preis- und Mengenänderungen wirken sich auf die gesamte Volkswirtschaft aus. Die Rebound-Effekte, die nicht direkt in Industriesektoren auftreten, sind größer als die Rebound-Effekte dort. So wird Strom durch die geringere Nachfrage aus der Industrie im Zuge der Effizienzsteigerungen etwas günstiger, was vor allem bei den privaten Haushalten und im GHD-Sektor zu höherer Stromnachfrage führt. Durch die effizientere Industrieproduktion wird auch insgesamt in der Volkswirtschaft etwas mehr produziert, was wiederum zu höherem Energieverbrauch führt. Beispielsweise steigt die Verkehrsnachfrage mit der Produktionsmenge.

Was bedeutet das nun für flankierende Maßnahmen? Maßnahmen zur Beschränkung von Rebounds können sowohl direkt in den Industriesektoren als auch gesamtwirtschaftlich ansetzen. Ziel muss es sein, die die Rebound-Effekte auslösenden Änderungen zu kompensieren. Set 1 setzt darauf, freiwerdende Mittel in den Industriesektoren für weitere Effizienzmaßnahmen zu nutzen, sodass die Rebound-Effekte vermieden und kompensiert werden. Alternativ kann auch gesamtwirtschaftlich angesetzt werden, in dem entweder eine CO_2-Steuer (Set 2) oder Energiepreise im Rahmen einer sozial-ökologischen Steuerreform (Set 3) soweit angehoben werden, dass die Rebound-Effekte kompensiert werden. Schließlich sind weitere Maßnahmen denkbar, die die Effizienzgewinne der Volkswirtschaft so abschöpfen oder umlenken, dass die ursprünglich geplante Minderung des Energieverbrauchs erreicht wird. Ein – aus anderen Gründen – aktuell intensiv diskutiertes Beispiel sind Verkürzungen der Arbeitszeit, in denen nur ein Teil des Lohnrückgangs kompensiert wird (Set 4).

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Modellierung der Sets anhand folgender Indikatoren dargestellt: Energieverbrauch Gesamtwirtschaft, Energieverbrauch Industrie, Komponenten des BIP und weitere sozioökonomische Indikatoren (Beschäftigung, Löhne, Preise).

Set 1: Komponente 1 plus Reinvestitionserfordernis

Im ersten Set wird angenommen, dass 50% der aus der Effizienzförderung erzielten Einsparungen über 10 Jahre in weitere Effizienzsteigerungen reinvestiert werden. Im Jahr 2030 sind das 1,8 Mrd. Euro (vgl. K1: 7,5 Mrd. Euro) bzw. bis zum Jahr 2030 zusätzlich 9,2 Mrd. Euro (vgl. K1: 55 Mrd. Euro). Die angestrebte zusätzliche Energieverbrauchsreduktion sind zusätzliche 35 PJ (vgl. K1: 200 PJ) bzw. kumuliert 1,3% (vgl. K1: 7,3%). Anders als bei Komponente 1 investiert nun nicht jeder Sektor prozentual

[3] Die Schätzungen wurden im Rahmen von Arbeitspaket 1 auf Grundlage des AFiD-Panels getätigt. Ansprechpartnerin hierfür ist Anne Berner, Universität Göttingen.

gleich viel, weil nicht jeder Sektor gleich hohe Einsparungen durch die Effizienzförderung hatte. Denn u.a. der Energiemix und die Energiepreise sind unterschiedlich.

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft

Bei der Auswertung der Maßnahmensets wird im Folgenden zuerst betrachtet, wie sich der gesamtwirtschaftliche Energieverbrauch, d.h. die Summe der Energieverbräuche der Industrie, der privaten Haushalte, des Bereiches Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und des Verkehrs, entwickelt.

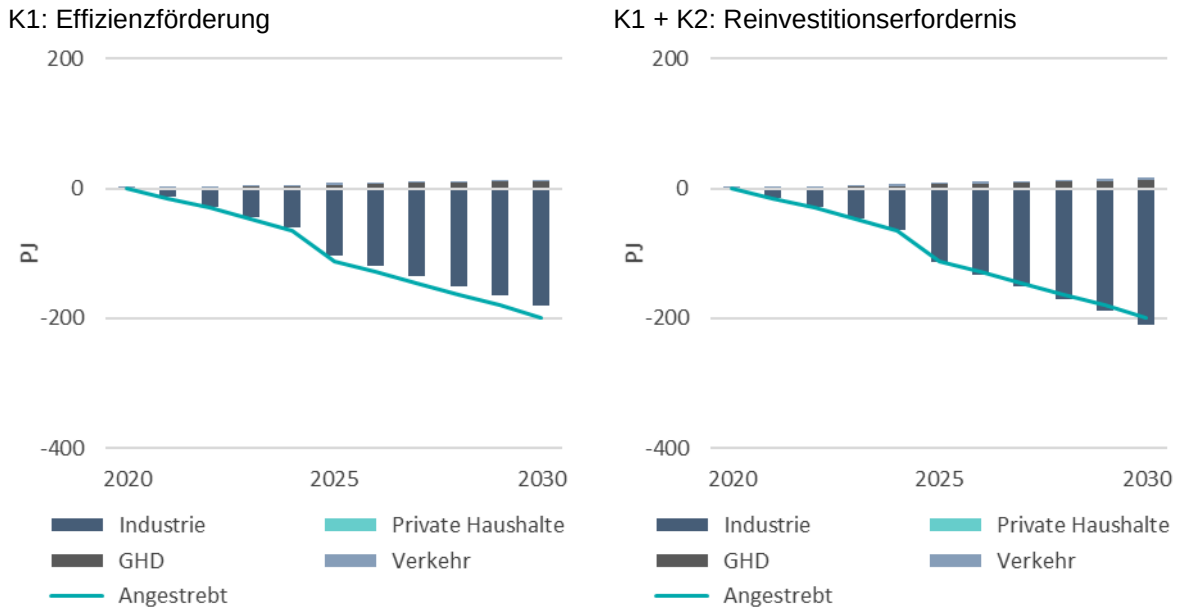


Abbildung 4: Absolute Änderung des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 1 im Vergleich zum Referenzlauf für die Jahre 2020 bis 2030

Aus Abbildung 4 wird deutlich, dass bei der Industrie eine Reduktion der durch Komponente 1 erzeugten Rebounds erfolgt, da weitere Investitionen in Energieeffizienz getätigt werden. Bei privaten Haushalten, im Sektor GHD und im Verkehr erfolgt durch die ergänzende Maßnahme keine Reduktion der Rebounds bzw. des Energieverbrauchs. Durch die geringeren Energiepreise wird in den Bereichen außerhalb der Industrie eher noch mehr Energie verbraucht, die Rebounds sind also höher. Absolut sind die Änderungen jedoch gering.

Energieverbrauch Industrie

Im nächsten Schritt wird die Industrie detaillierter betrachtet, damit ersichtlich wird, wie sich das Maßnahmenset auf den Endenergieverbrauch der unterschiedlichen Sektoren auswirkt.

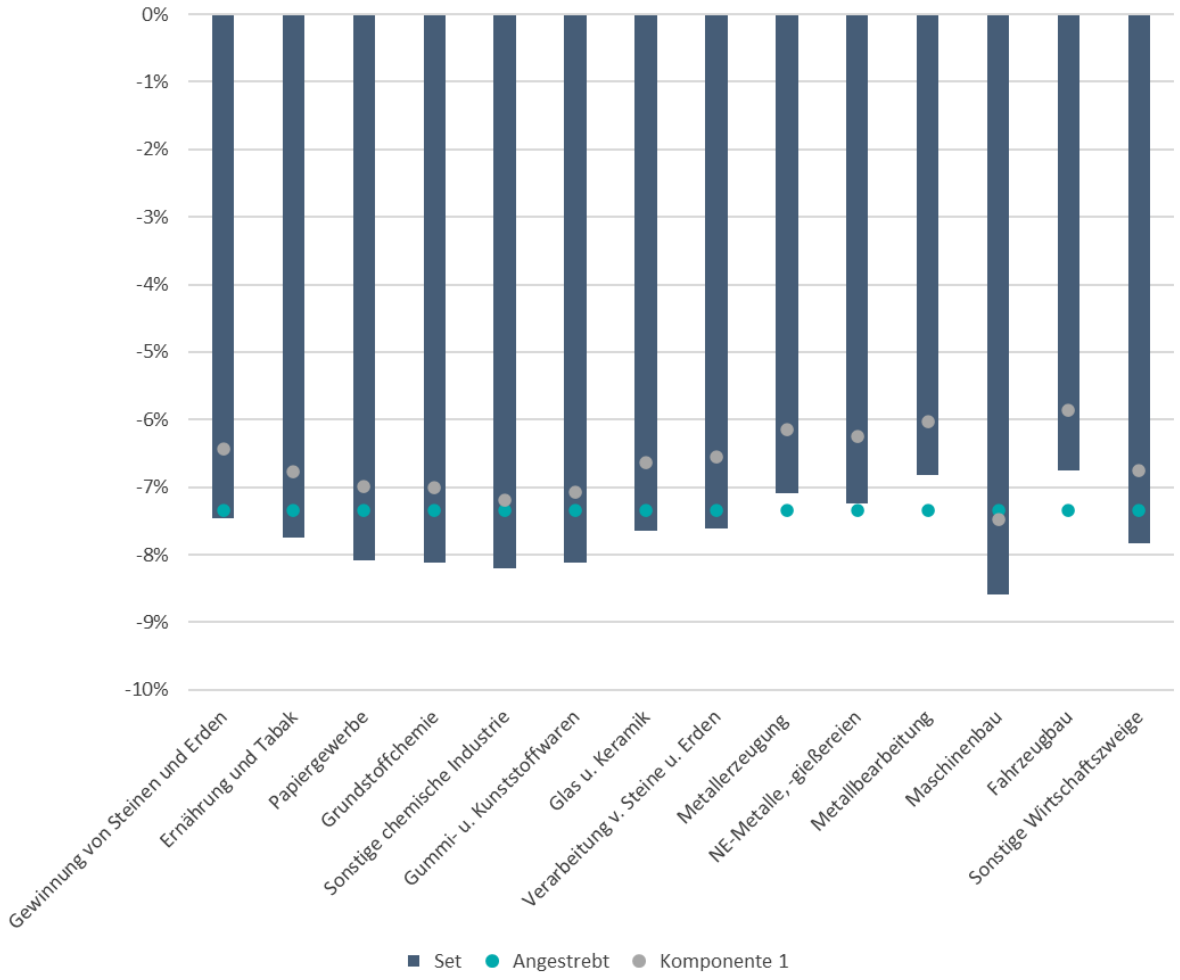


Abbildung 5: Relative Änderung des Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 1 im Vergleich zur Referenz nach Industriesektoren im Projektionsjahr 2030

Abbildung 5 zeigt die relative Änderung des Energieverbrauchs durch das erste Maßnahmenset. Man sieht, dass der Endenergieverbrauch (dunkelblaue Balken) niedriger ist als es nach Umsetzung der Komponente 1 der Fall war (graue Punkte). Die angestrebte Reduktion (türkise Punkte) wird von den meisten Sektoren erreicht, in vielen Fällen wird das angestrebte Ziel sogar übertroffen. Lediglich der Metallsektor und der Fahrzeugbau haben noch einen höheren Energieverbrauch als durch die Effizienzförderung vorgesehen worden war.

Komponenten des BIP

Für die gesamtwirtschaftliche Analyse der Maßnahmensets sind nicht nur die Auswirkung auf den Energieverbrauch und die Rebound-Effekte interessant, sondern auch, inwiefern andere wirtschaftliche Kenngrößen von den Maßnahmen betroffen sind.

Es folgt eine Darstellung für ausgewählte Jahre: 2021 ist das erste Jahr, in dem Einsparungen erfolgen, 2025 zeigt einen Zwischenstand und 2030 das Ende des Projektionszeitraumes.

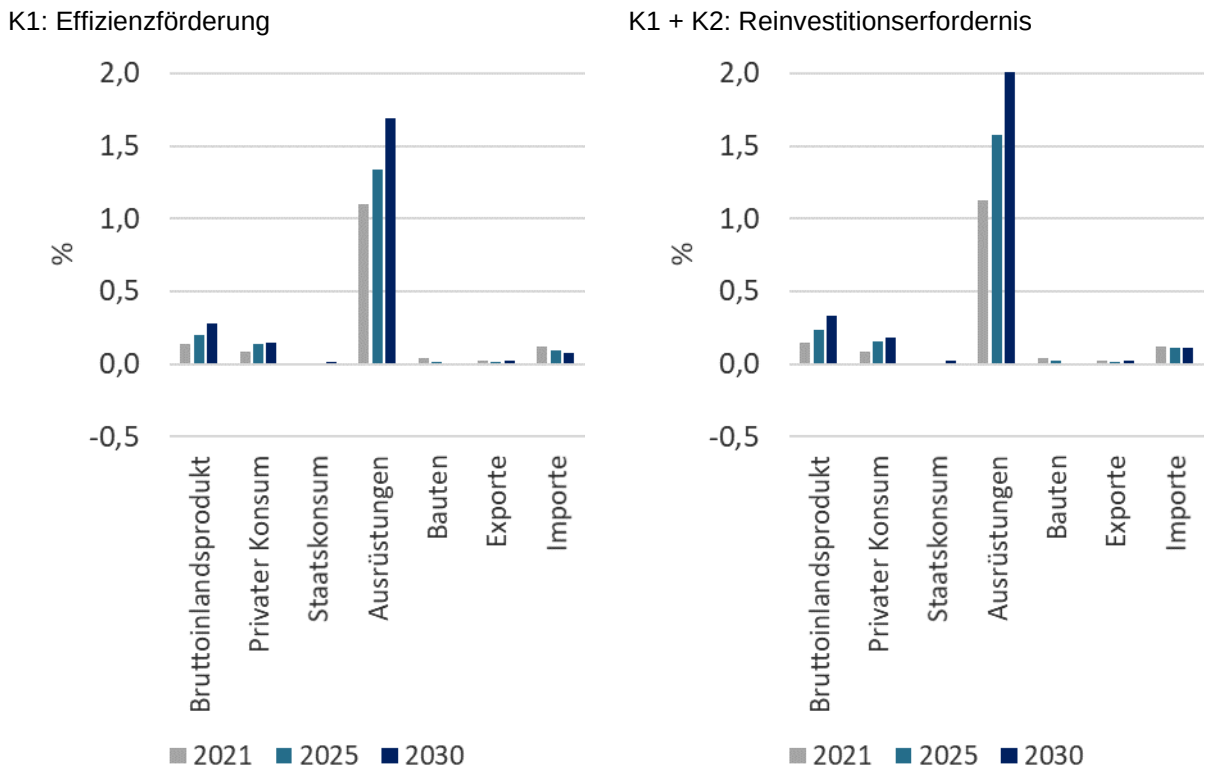


Abbildung 6: Relative Abweichungen der BIP-Komponenten durch das Maßnahmenset 1 gegenüber dem Referenzlauf für ausgewählte Jahre

In Abbildung 6 sehen wir links, wie die Effizienzförderung auf die BIP-Komponenten wirkt und rechts wie das Maßnahmenset, d.h. Effizienzförderung mit Reinvestitionserfordernis als komplettes Maßnahmenset 1 wirkt. Es wird deutlich, dass die Auswirkungen der Effizienzförderung, wie auch der zusätzlichen Reinvestitionen einen geringen Einfluss auf das BIP haben (max. 0,3% höher als im Referenzlauf). Die zusätzlichen Auswirkungen durch die Reinvestition sind außerdem sehr gering, es gibt kaum eine Änderung gegenüber den Effekten durch Komponente 1. Lediglich die Ausrüstungsinvestitionen (in Maschinen und Geräte) liegen durch das Maßnahmenset bis 2030 um 2% höher als im Referenzlauf und damit sichtbar höher als durch Komponente 1.

Weitere sozioökonomische Indikatoren

Als nächste Größen werden mit Beschäftigten, Löhnen und Preisen weitere sozioökonomische Indikatoren betrachtet, die zusätzlich zu den BIP-Komponenten für eine politische Akzeptanz der Maßnahmensets interessant sein könnten:

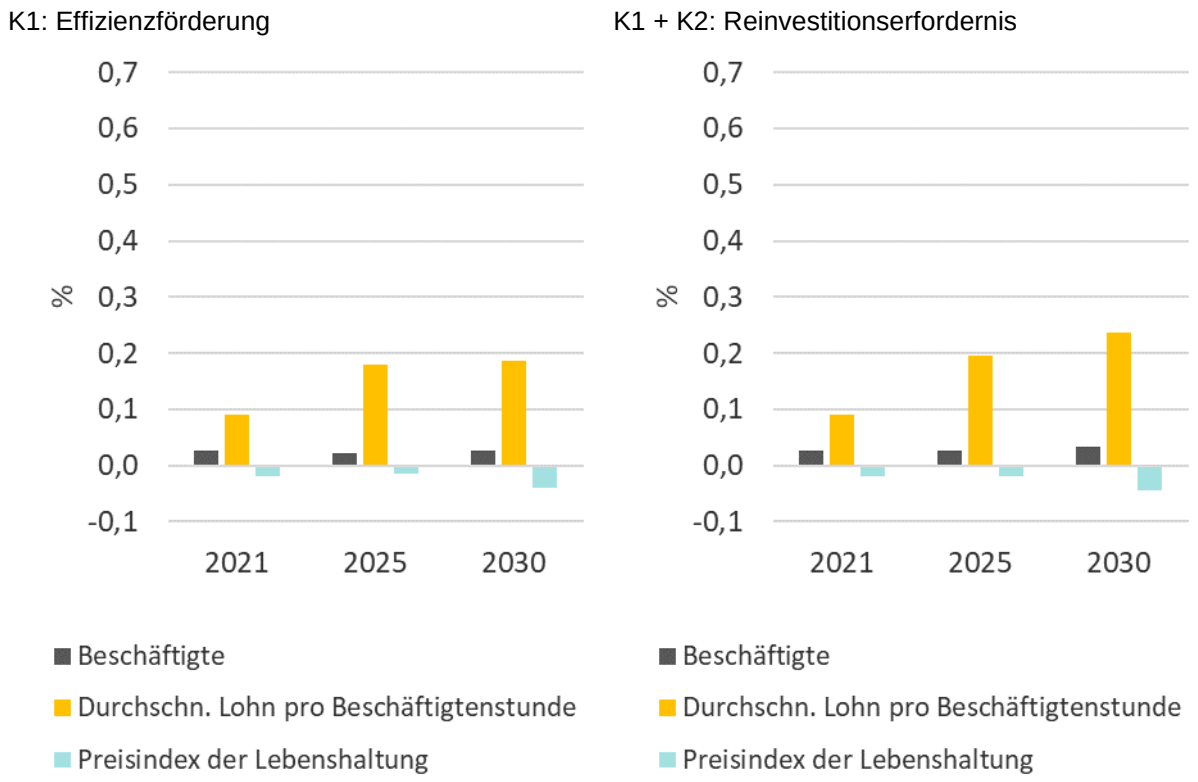


Abbildung 7: Relative Abweichungen gegenüber der Referenz bei Beschäftigten, Löhnen und Preisen durch das Maßnahmenset 1 für ausgewählte Jahre

Auch bei weiteren sozio-ökonomischen Indikatoren (Abbildung 7) sind die Effekte ähnlich wie bei Komponente 1, nur minimal verstärkt. Es gibt kaum einen Effekt bei der Beschäftigung, welche durch die Mehrinvestitionen minimal erhöht ist.

Mit der Effizienzförderung steigen die Durchschnittslöhne im Jahr 2030 um etwa 0,2% höher an als im Referenzlauf, da die Produktivitätsfortschritte an die Beschäftigten weitergegeben werden. Das Preisniveau sinkt dabei minimal.

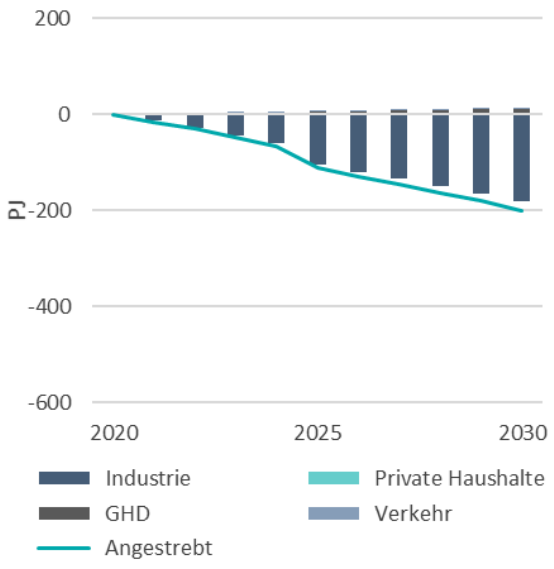
Set 2: Komponente 1 plus CO_2-Steuer und Rückvergütung

Beim zweiten Set handelt es sich um eine CO_2-Bepreisung in Form einer CO_2-Steuer, wie sie im Klimapaket 2030 in der Fassung vom Dezember 2019 aufgeführt wird. Es wird angenommen, dass alle Emittenten, die nicht Teil des EU-ETS sind, ab 2021 25€/t CO_2eq zahlen Der Preis steigt auf 65€/t CO_2eq im Jahr 2026. Zusätzlich zur CO_2-Steuer gibt es eine Rückvergütung der Steuermehreinnahmen durch Absenkung der EEG-Umlage um 1,75 ct/kWh im Jahr 2021 bzw. 3,3 ct/kWh im Jahr 2026. Es wird angenommen, dass die Höhe der CO_2-Bepreisung, wie auch der EEG-Umlage nach 2026 konstant bleibt.

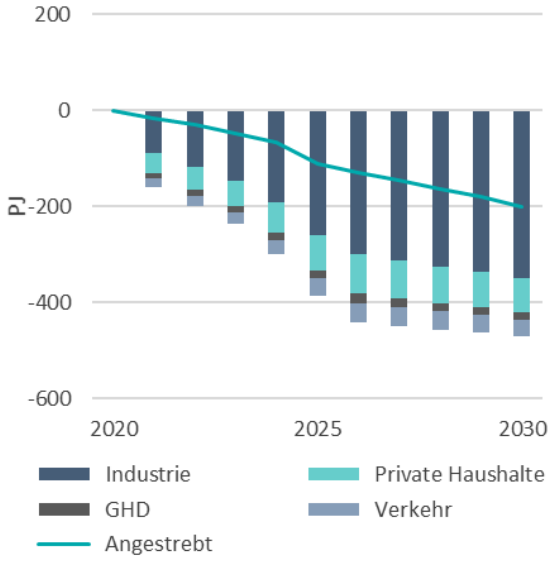
Energieverbrauch Gesamtwirtschaft

Da das hier dargestellte Set aus drei Komponenten besteht, werden die Effekte in Abbildung 8 kumulativ dargestellt.

K1: Effizienzförderung



K1 + K2: CO_2-Steuer



K1 + K2 + K3: EEG-Umlage-Reduktion

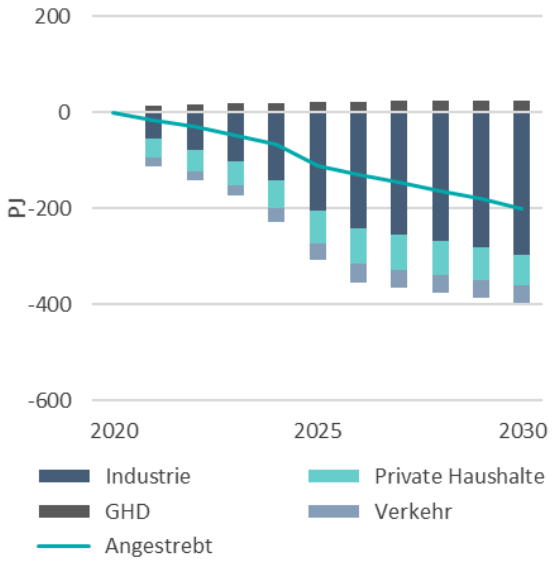


Abbildung 8: Absolute Änderung des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 2 im Vergleich zum Referenzlauf für die Jahre 2020 bis 2030

Es wird ersichtlich, dass die durch die Effizienzförderung entstandenen Rebound-Effekte durch das Maßnahmenset überkompensiert werden, d.h. dass mehr Energie reduziert wird als durch die Effizienzförderung angestrebt worden war. Die größte Reduktion durch die Komponenten 1 und 2 (Effizienzförderung und CO_2-Steuer) erfolgt erwartungsgemäß in der Industrie. Durch die CO_2-Steuer wird aber auch in allen anderen Bereichen der Energieverbrauch gesenkt. Dieser Effekte steht im Gegensatz zu Komponente 1, in der alle anderen Bereiche durch die Rebound-Effekte ihren Energieverbrauch erhöhen.

Vor allem im Sektor GHD ist die Preisabhängigkeit des Energieverbrauchs überdurchschnittlich und der Anteil des Stroms am Energieverbrauch hoch. Änderungen der Strompreise durch die CO_2-Steuer auf der einen Seite und die Senkung der EEG-Umlage auf der anderen Seite wirken sich auf die Energienachfrage des Sektors GHD aus. Das bedeutet natürlich nicht, dass in den Büros Rechner länger laufen, wenn Strom günstiger ist, sondern dass bei der Anschaffung von ständig mehr Geräten der (Jahr für Jahr sinkende) Stromverbrauch pro Gerät weniger berücksichtigt wird. Außerdem profitiert der GHD-Sektor deutlich von der Rückvergütung über die Reduktion der EEG-Umlage, die Rebound-Effekte sind durch Umsetzung des Maßnahmensets sogar noch höher als nur durch Effizienzförderung. Bei privaten Haushalten und im Verkehr hingegen schlägt der Preiseffekt durch die Reduktion der EEG-Umlage nicht so deutlich durch, es wird auch mit Rückvergütung weniger verbraucht als ohne ergänzende Maßnahmen. Es gilt folglich unter sonst gleichen Bedingungen: die CO_2-Steuer senkt den Energieverbrauch, die Rückvergütung der Einnahmen über die reduzierte EEG-Umlage erhöht den Energieverbrauch, überwiegend von Strom.

Energieverbrauch Industrie

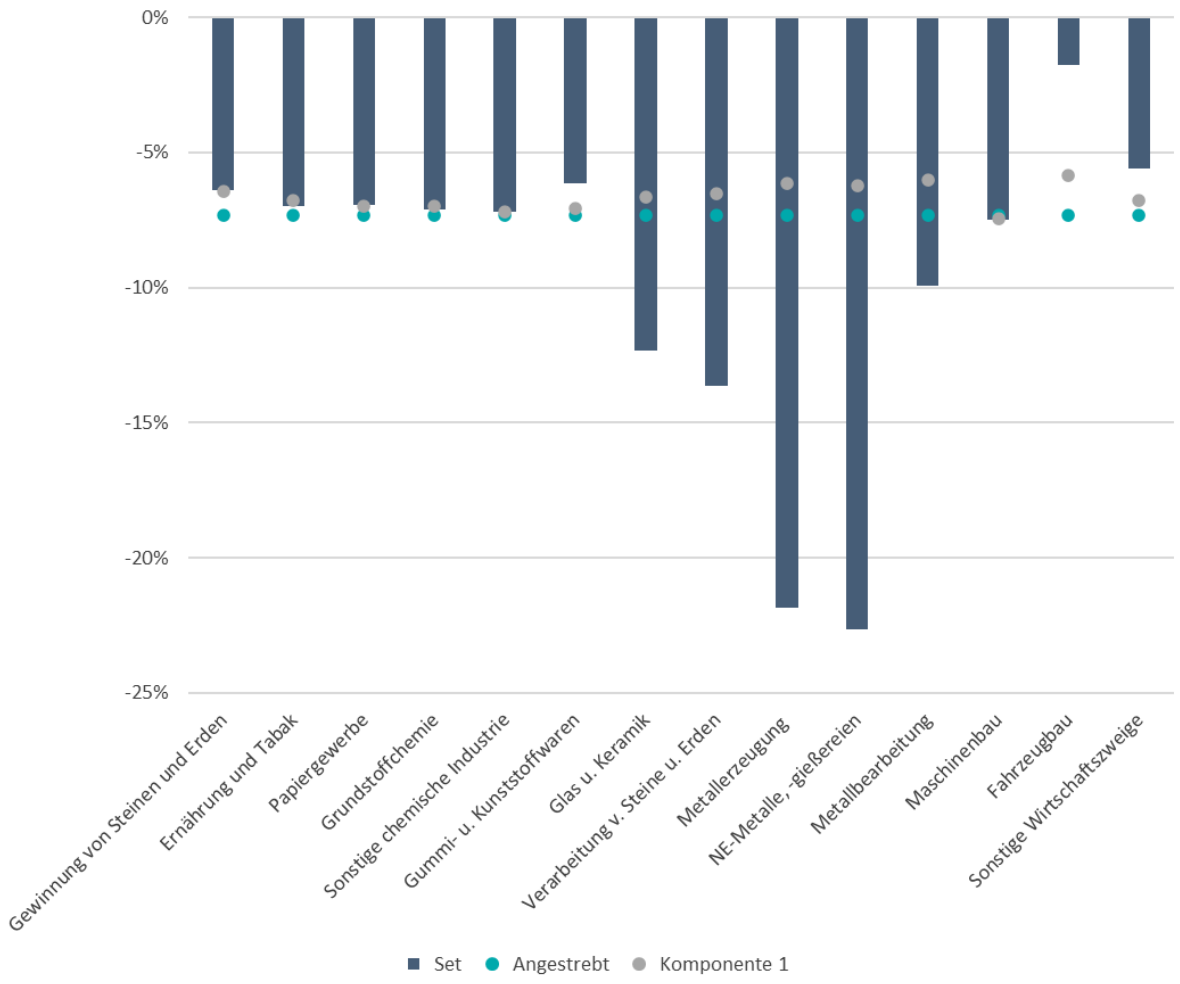


Abbildung 9: Relative Änderung des Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 2 im Vergleich zur Referenz nach Industriesektoren im Projektionsjahr 2030

Abbildung 9 zeigt, dass nicht alle Sektoren von der nationalen CO_2-Bepreisung gleich betroffen sind und dass sich dieses Set somit sehr unterschiedlich auf die Industriesektoren auswirkt. Die Preise fossiler Energieträger für alle Unternehmen/Sektoren steigen außer für diejenigen, die schon einer Bepreisung im Rahmen des EU-ETS unterlegen sind. Durch die Rückvergütung sinken die Strompreise, außer bei der energieintensiven Industrie, die von der EEG-Umlage befreit ist und somit keine Änderung durch Komponente 3 erfährt. In manchen Sektoren gibt es eine Überkompensation des Rebounds, v.a. in der Metallindustrie wird deutlich mehr Energie reduziert als ursprünglich angestrebt. In anderen Sektoren hingegen, z.B. im Fahrzeugbau oder bei den sonstigen Wirtschaftszweigen, ist der Energieverbrauch insbesondere durch die Umverteilung über die Reduktion der EEG-Umlage höher als nach Umsetzung der Komponente 1. Dass durch eine CO_2-Bepreisung der Energieverbrauch in der Industrie insgesamt deutlich niedriger ist heißt folglich nicht, dass alle Sektoren gleichermaßen ihren Energieverbrauch reduzieren.

Als Zwischenfazit lässt sich zu Maßnahmenset 2 festhalten, dass die aus der Effizienzförderung entstandenen Rebound-Effekte in der Summe größtenteils ausgeglichen, meist sogar überkompensiert werden und nur in wenigen Bereichen mit dem Set größer sind als vorher (einzelne Industriebereiche und GHD).

Komponenten des BIP

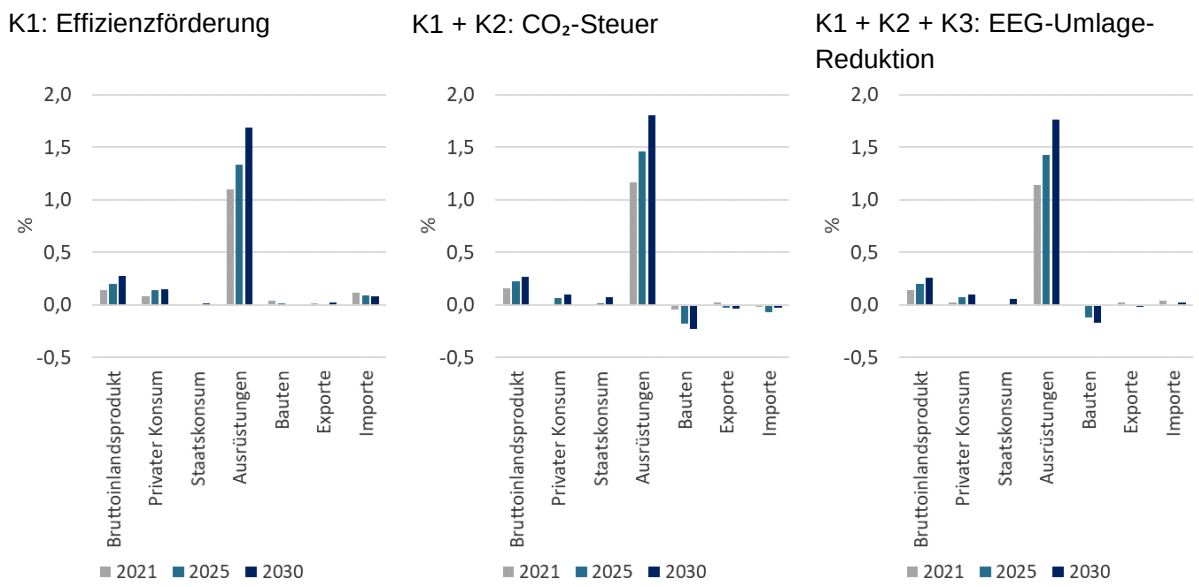


Abbildung 10: Relative Abweichungen der BIP-Komponenten durch das Maßnahmenset 2 gegenüber dem Referenzlauf für ausgewählte Jahre

In Abbildung 10 sehen wir, dass gesamtwirtschaftliche Effekte (BIP-Komponenten) auch bei diesem Maßnahmenset durch die zusätzlichen Investitionen aus Komponente 1 bestimmt werden. Es gibt keine großen Effekte aus der zusätzlichen Reduktion des Energieverbrauchs durch die CO_2-Bepreisung. Sie wirkt sich nur sehr gering positiv auf Ausrüstungsinvestitionen und negativ auf Bauinvestitionen aus.

Weitere sozioökonomische Indikatoren

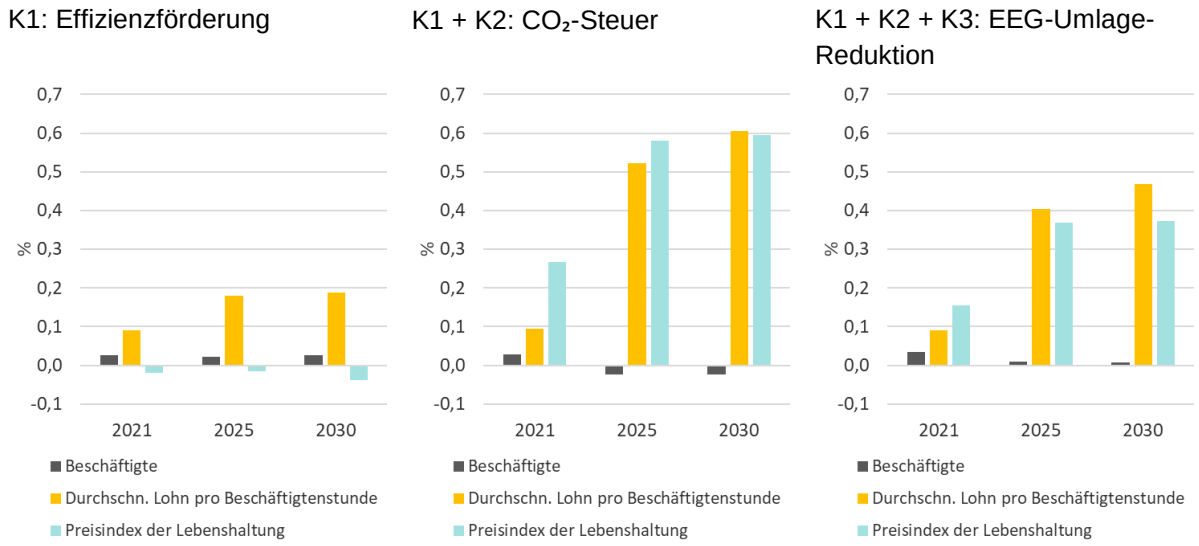


Abbildung 11: Relative Abweichungen gegenüber der Referenz bei Beschäftigten, Löhnen und Preisen durch das Maßnahmenset 1 für ausgewählte Jahre

Infolge der CO_2-Steuer ergibt sich kurzfristig ein höheres Preisniveau. Die Differenz geht nach 2025 wieder leicht zurück. Mit den Preisen steigen auch die Stundenlöhne deutlich stärker an. Die Reallöhne sind hingegen niedriger als ohne CO_2-Bepreisung.

Die Senkung der EEG-Umlage reduziert den Preisanstieg, der durch die CO_2-Bepreisung induziert wurde. Die Reallöhne liegen in der Abbildung rechts wieder etwas höher. Niedrigere Energiepreise führen zu einem höheren Energieverbrauch bei Preisabhängigkeit, was bei GHD und einzelnen Industriebereichen sichtbar wurde (Abbildung 8 und Abbildung 9).

Die Modellierung der CO_2-Steuer basierte wie oben beschrieben auf den Vorschlägen aus dem Klimapaket der Bundesregierung. Es wird diskutiert, dass die Höhe der CO_2-Steuer, wie sie im Klimapaket veranschlagt ist, gar nicht ausreicht, um die festgelegten Klimaziele (oder im Fall höherer Ambitionen der EU sogar strengere Zielwerte) bis 2030 zu erreichen. EU-Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen hat in ihrer Rede zur Lage der Union ein Ziel von 55%-THG- Minderung bis 2030 statt bisher 40% genannt, was für alle Verbrauchsektoren einschließlich der deutschen Industrie eine deutliche Zielverschärfung bis 2030 bedeuten dürfte (Von der Leyen 2020). Um die gesamten Kosten der Emissionen zu decken, wären 180 €/t CO_2eq erforderlich (gemäß Folgenabschätzung zum NECP, siehe Prognos et al. 2020). Durch eine höhere CO_2-Bepreisung würde auch der Energieverbrauch stärker sinken. Die teilweise Aufhebung der Wirkung durch die Rückvergütung würde auch bei einer höheren Bepreisung erfolgen.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte, die hier nicht ausführlich dokumentiert sind, aber mit dem Modell quantifiziert wurden, sind auch bei höherer Bepreisung durch die zusätzlichen Investitionen aus Komponente 1 bestimmt. Die höheren Ausrüstungsinvestitionen und niedrigeren Bauinvestitionen sind bei einer höheren Bepreisung etwas stärker ausgeprägt. Durch die höhere CO_2-Bepreisung folgt auch ein höherer Preisanstieg. Die Effekte sind entsprechend stärker, in ihrem grundlegenden Wirkungsmechanismus bleiben sie jedoch gleich. Die absolute Energieverbrauchsminderung fällt mit höherer CO_2-Steuer größer aus, die Auswirkungen auf die ökonomischen Indikatoren bleiben bei Rückvergütung aller Einnahmen gering.

Eine höhere CO_2-Steuer wäre folglich eine wirksame Maßnahme, um die nationalen Klimaziele zu erreichen, da durch diese Maßnahmenkombination insgesamt die stärkste absolute Reduktion des Energieverbrauchs erfolgt. Sie hilft aber nicht zwangsläufig, um Rebound-Effekten entgegenzuwirken, da manche Bereiche stark getroffen werden, andere hingegen eher von dem Maßnahmenset profitieren und mehr Energie als vorher verbrauchen.

Set 3: Komponente 1 plus Steuerreform

Im nächsten Set wird zusätzlich zur Effizienzförderung eine Steuerreform umgesetzt. Es handelt sich dabei um eine Erhöhung der Energiesteuer bei gleichzeitiger Absenkung der Lohnsteuer bei insgesamt gleichbleibendem Steueraufkommen. In der Modellierung gehen wir von einer relativen Erhöhung der Energiesteuer um 50% bis 2030 aus (einheitlicher prozentualer Aufschlag auf die derzeit jeweils geltenden Steuersätze) und senken die Lohnsteuer entsprechend, sodass das Steueraufkommen unverändert bleibt. Die Lohnsteuer wird folglich bis 2030 um 4,5% gesenkt.

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft

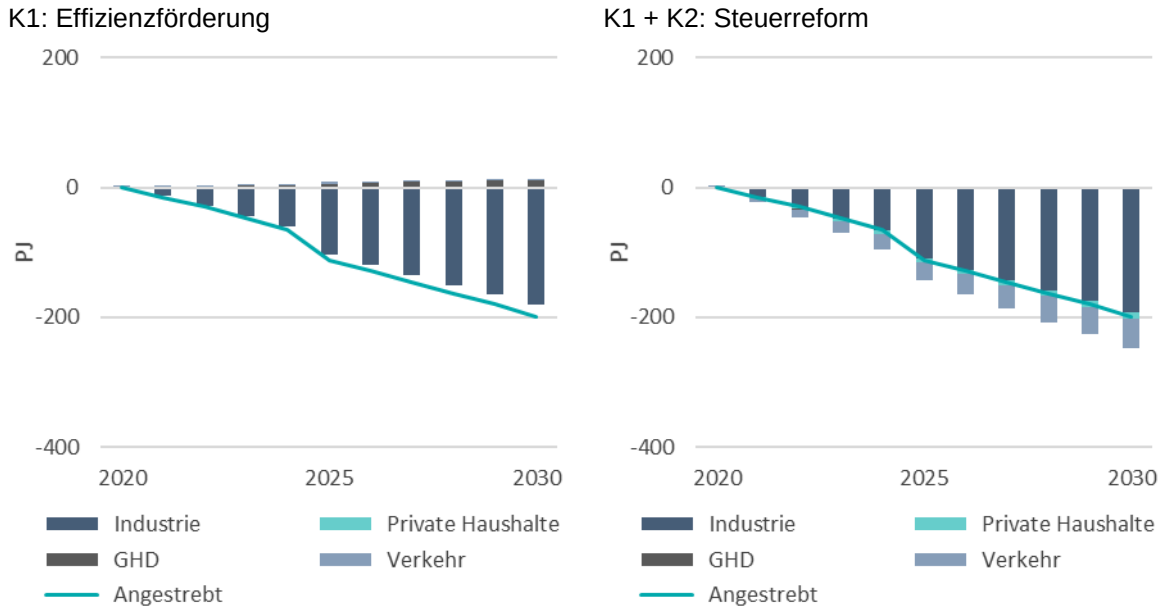


Abbildung 12: Absolute Änderung des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 3 im Vergleich zum Referenzlauf für die Jahre 2020 bis 2030

Aus Abbildung 12 wird deutlich, dass durch die Umsetzung der Steuerreform den Rebound-Effekten in der Industrie insgesamt entgegengewirkt wird. Gleiches gilt für private Haushalte und GHD, da die Maßnahmenkombination auch auf die Strompreise wirkt. Das Maßnahmenset hat insbesondere starke Effekte im Verkehr, weil die Energiesteuer neben den Strompreisen vor allem die Preise für fossile Brennstoffe erhöht, was sich in der Energieverbrauchsreduktion im Verkehrssektor bemerkbar macht. Die angestrebte Einsparung wird insgesamt durch die Verhinderung des Mehrverbrauchs bei privaten Haushalten und im GHD, durch die verstärkte Reduktion des Energieverbrauchs der Industrie, vor allem aber durch die zusätzliche Einsparung im Verkehr folglich auch hier übertroffen, wenn auch nicht so stark wie bei Umsetzung der CO_2-Bepreisung.

Energieverbrauch Industrie

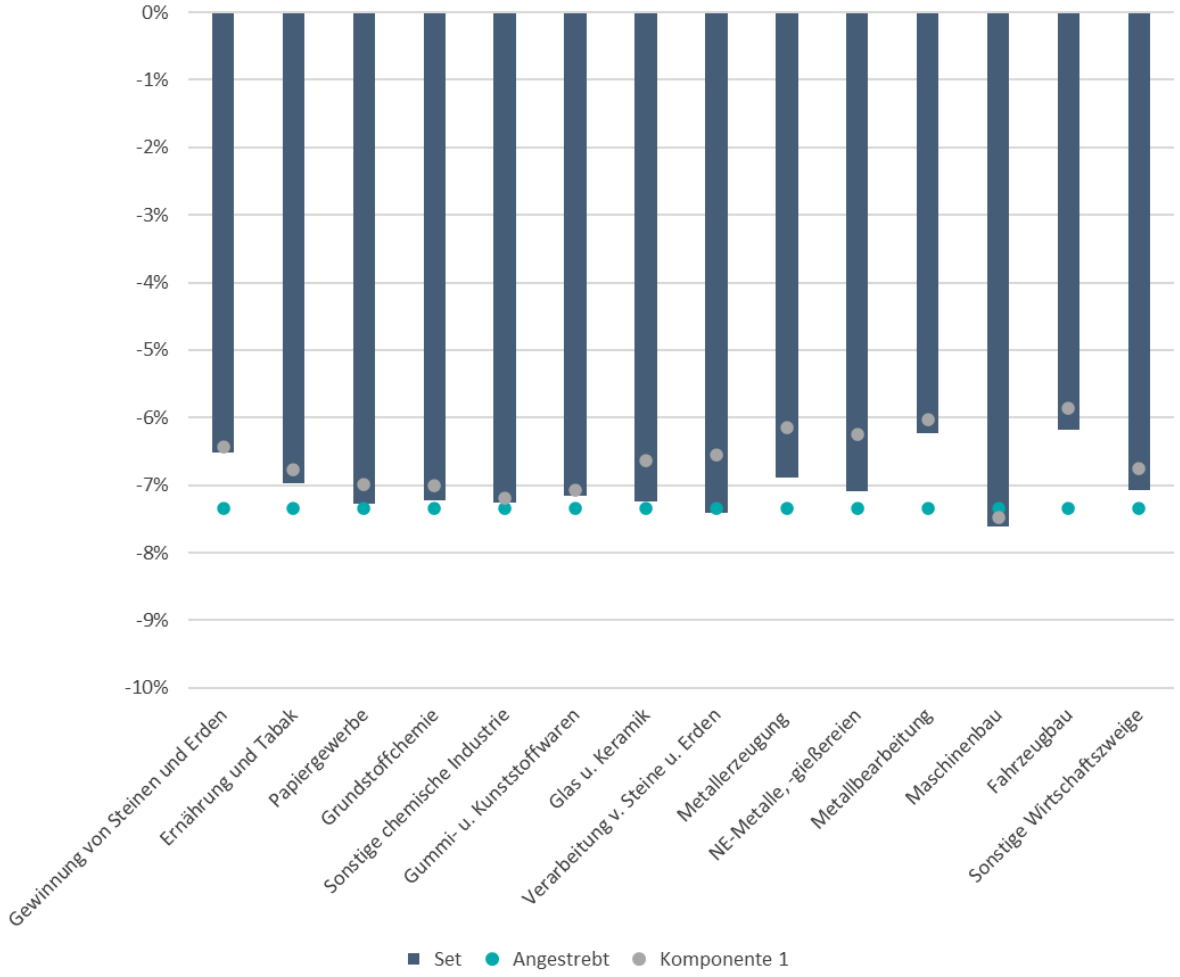


Abbildung 13: Relative Änderung des Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 3 im Vergleich zur Referenz nach Industriesektoren im Projektionsjahr 2030

Durch die Steuerreform liegt der Energieverbrauch der meisten Sektoren nur etwas niedriger als bereits nach Umsetzung der Effizienzförderung (siehe Abbildung 13). Die größten Reduktionen gibt es in der Glas- und Metallindustrie, hier konnte der Energieverbrauch am stärksten zusätzlich gesenkt werden. Bei der Gewinnung von Steinen und Erden, in der Metallbearbeitung, wie auch im Fahrzeugbau sind die Abstände zum angestrebten Wert noch am höchsten.

Komponenten des BIP

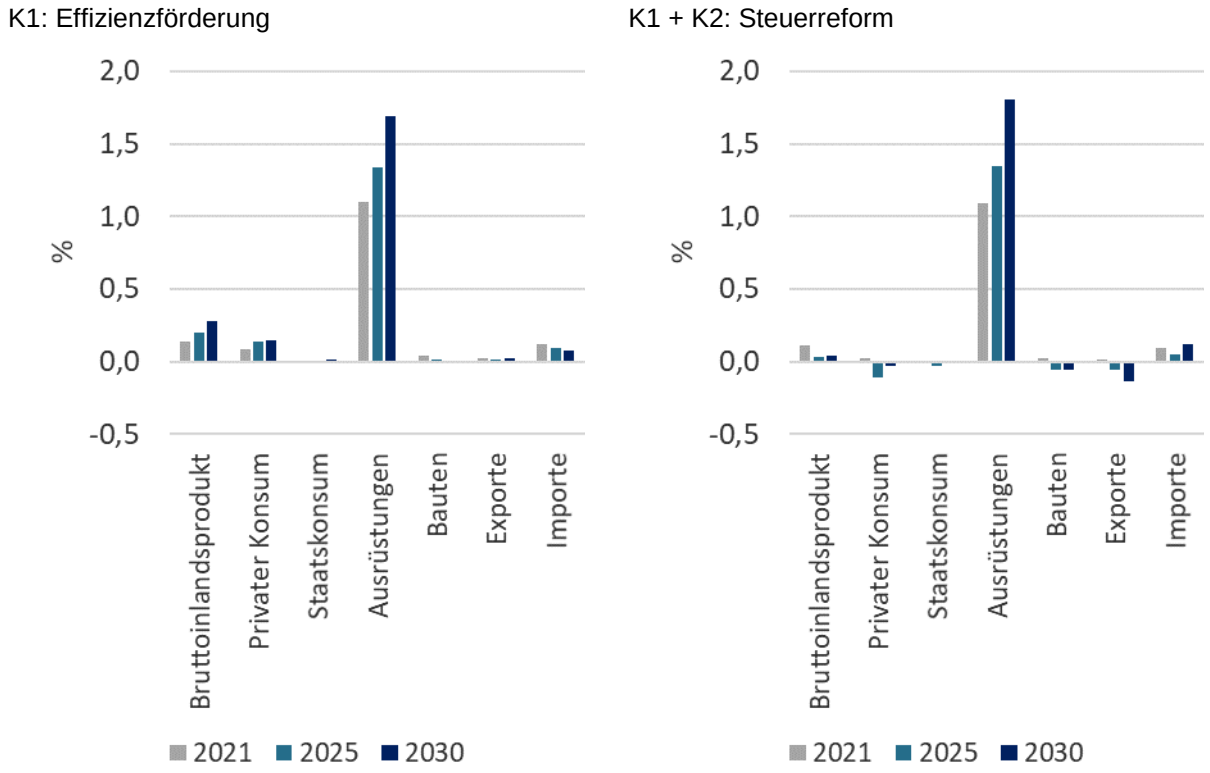


Abbildung 14: Relative Abweichungen der BIP-Komponenten durch das Maßnahmenset 3 gegenüber dem Referenzlauf für ausgewählte Jahre

Die Effekte bzgl. der BIP-Komponenten (Abbildung 14) bewegen sich nahe Null und sind kaum nennenswert. Durch die Steuerreform liegt der private Konsum zwischenzeitlich etwas niedriger, erholt sich bis zum Ende des Projektionszeitraumes jedoch wieder. Bei den Bauinvestitionen und Exporten hingegen gibt es einen minimalen Rückgang. Die Ausrüstungsinvestitionen, wie auch die Importe liegen etwas höher. Der insgesamt positive BIP-Effekt durch die Effizienzförderung wird durch die Steuerreform wieder reduziert, liegt aber noch leicht über dem Wert aus dem Referenzlauf.

Weitere sozioökonomische Indikatoren

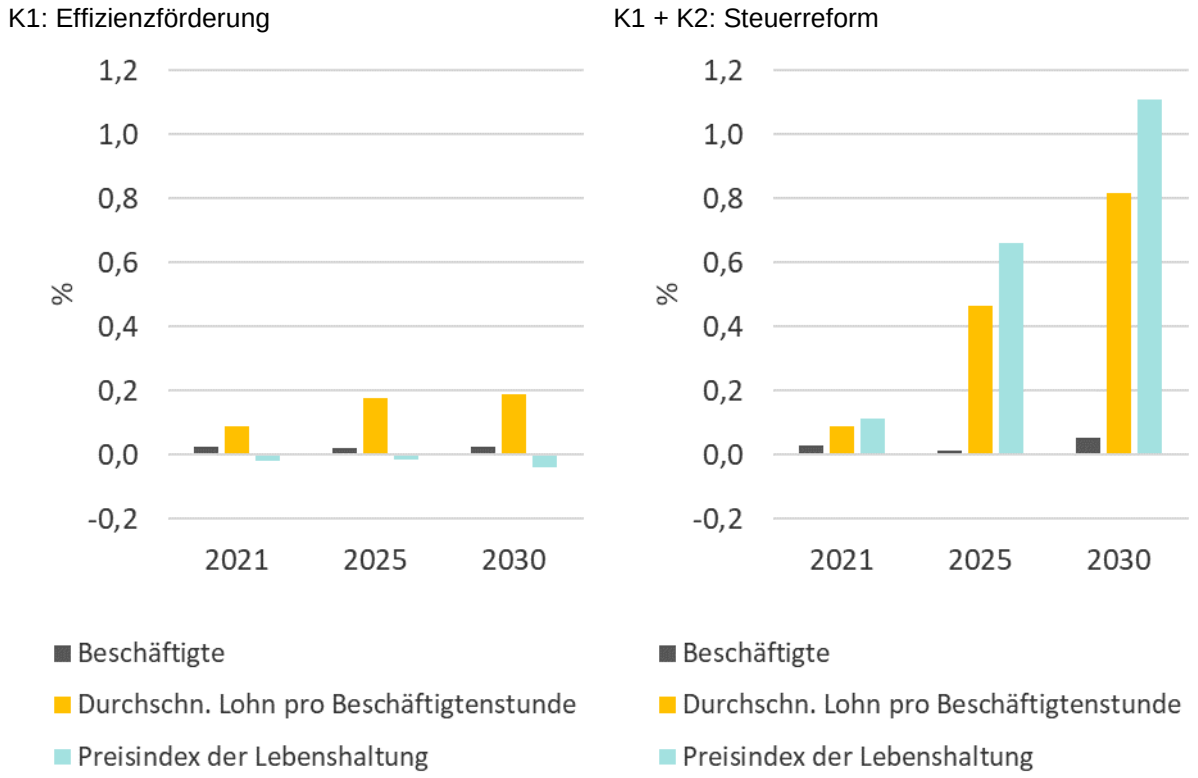


Abbildung 15: Relative Abweichungen gegenüber der Referenz bei Beschäftigten, Löhnen und Preisen durch das Maßnahmenset 3 für ausgewählte Jahre

Bei Betrachtung der Beschäftigtenzahlen, der Löhne und der Preise (Abbildung 15) fällt auf, dass im Gegensatz zu den BIP-Komponenten ein verhältnismäßig deutlicher Anstieg bis 2030 zu beobachten ist. Der Effekt auf die Beschäftigung ist zwar eher gering, die Preise liegen jedoch über 1,1% über dem Niveau im Referenzlauf und so sind auch die Löhne bis zu 0,8% höher.

Insgesamt scheint die Steuerreform eine geeignete flankierende Maßnahme zu sein, um Rebound-Effekten entgegenzuwirken, auch wenn nicht alle Industriesektoren ihren Energieverbrauch wie angestrebt reduzieren. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen sind eher gering, der einzige weniger wünschenswerte Punkt ist die dadurch ausgelöste Erhöhung der Preise, die die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen reduzieren kann und sozialpolitisch problematisch ist, weil Bezieher*innen niedriger Einkommen überproportional viel für Energie ausgeben.

Set 4: Komponente 1 plus Arbeitszeitverkürzung

Im letzten Set wird zusätzlich zur Effizienzförderung eine Arbeitszeitverkürzung eingeführt. Es wird angenommen, dass die durchschnittliche Jahresarbeitszeit bis 2030 um 10% verkürzt wird und dass es eine entsprechende Anpassung der Lohnreaktion gibt, sodass Stundenlöhne um etwa 5% steigen. Wir gehen folglich von einem halben Lohnausgleich aus.[4]

Energieverbrauch Gesamtwirtschaft

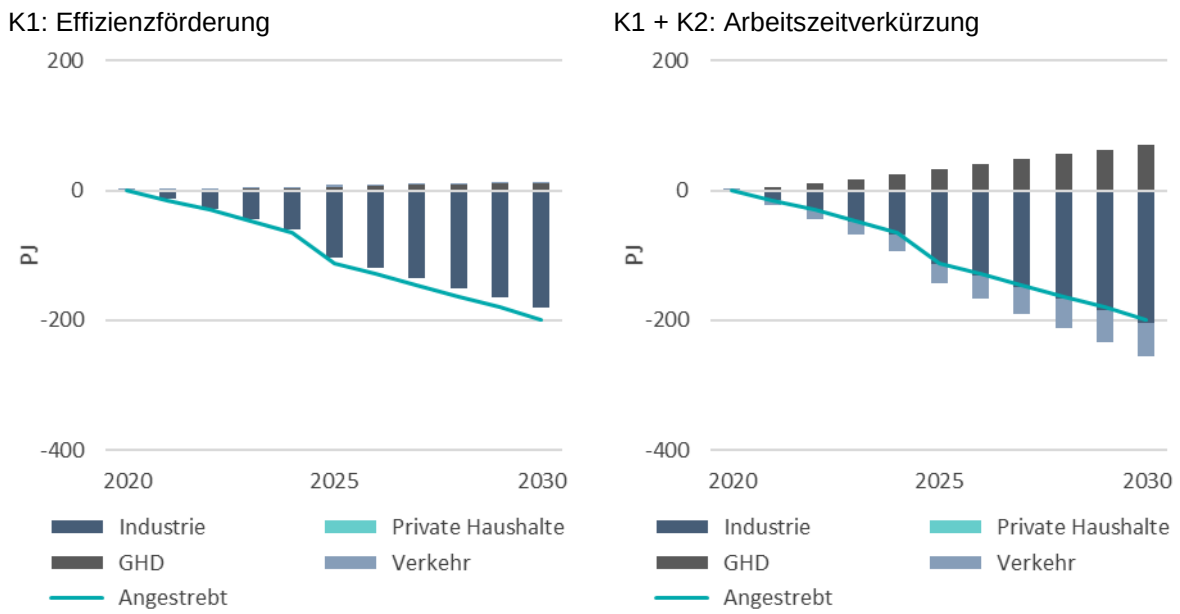


Abbildung 16: Absolute Änderung des gesamtwirtschaftlichen Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 4 im Vergleich zum Referenzlauf für die Jahre 2020 bis 2030

Bei einer effektiven Umsetzung der Arbeitszeitreduktion mit halbem Lohnausgleich werden die Rebound-Effekte der Industrie, die aus der Effizienzförderung resultieren, insgesamt reduziert (siehe Abbildung 16).

Gleichzeitig entstehen im GHD-Sektor wesentlich höhere Rebounds. Der Endenergieverbrauch liegt höher, da er abhängig von der Zahl der Beschäftigten modelliert wird. Je mehr GHD-Beschäftigte es gibt, desto größer ist die beheizte Bürofläche und der Stromverbrauch. Durch mehr Homeoffice könnte sich das ändern, es gäbe dann einen höheren Verbrauch bei privaten Haushalten, und einen niedrigeren Verbrauch im Sektor GHD.

Bei privaten Haushalten gibt es beim aktuellen Modellierungsstand keine sichtbare Änderung im Energieverbrauch. Hier könnten zusätzliche Annahmen getroffen werden, wenn man wüsste, wie die Beschäftigten ihre zusätzliche Freizeit verbringen und wie sich das auf den Energieverbrauch auswirkt. Es ist sowohl eine Steigerung des Energieverbrauchs denkbar (durch zusätzlichen Stromverbrauch oder Beheizung des Wohnraums) als auch eine Reduktion des Energieverbrauchs durch Anpassung an eine nachhaltigere Lebensweise.

[4] Arbeitszeitverkürzung und Eingriff in die Lohnbildung beeinflussen die gesamtwirtschaftliche Entwicklung stark. Variationen der Annahmen können zu deutlich anderen Modellergebnissen führen.

Im Verkehr hingegen gibt es eine deutlichen Effekt. Durch die Arbeitszeitverkürzung wird hier weniger Energie verbraucht. Insgesamt gibt es auf den Energieverbrauch bezogen durch die zusätzliche Maßnahme keine erkennbare Besserung zu Komponente 1, da sich die Effekte aus Verkehr, Industrie und GHD ungefähr ausgleichen.

Energieverbrauch Industrie

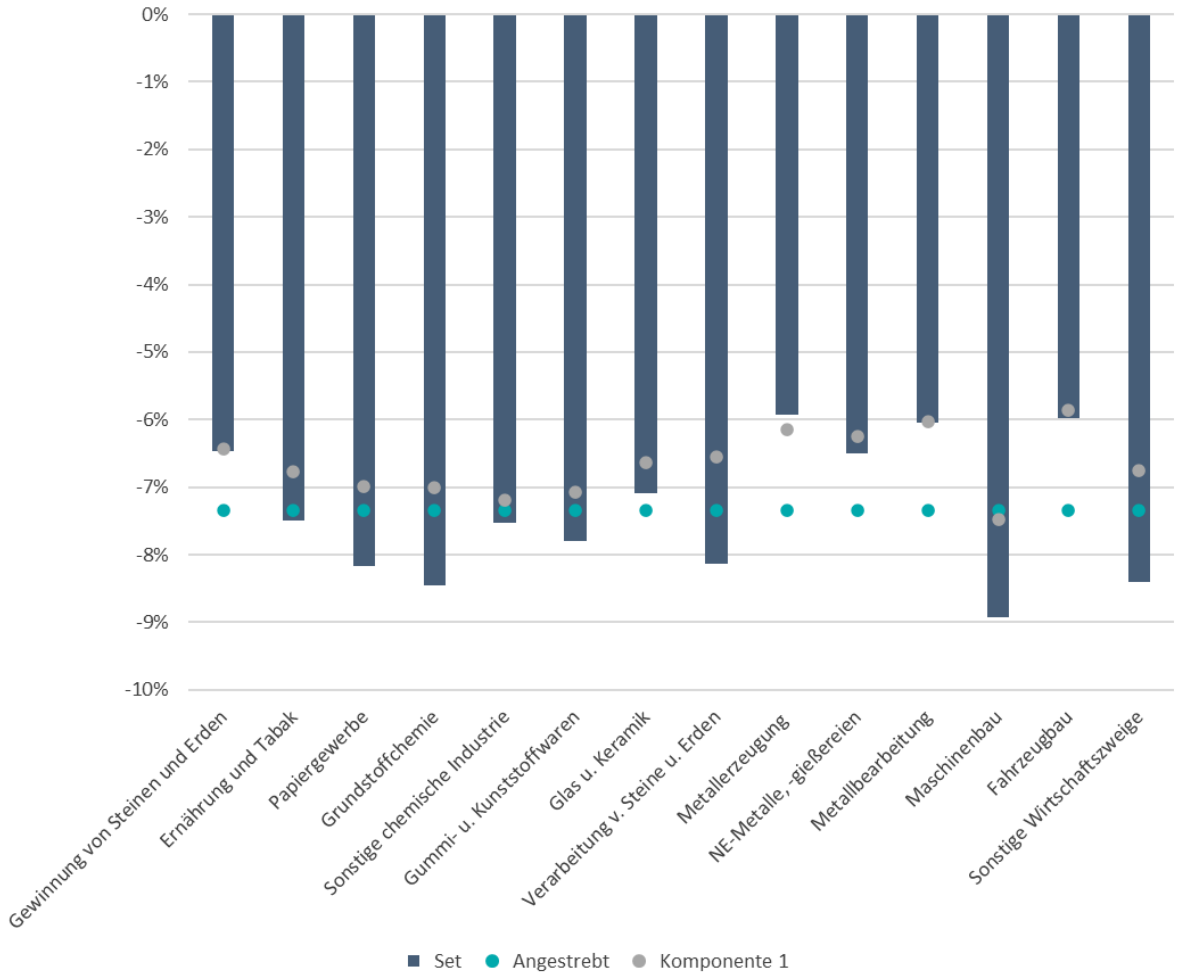


Abbildung 17: Relative Änderung des Endenergieverbrauchs durch das Maßnahmenset 4 im Vergleich zur Referenz nach Industriesektoren im Projektionsjahr 2030

Durch die modellierte Arbeitszeitverkürzung werden in ungefähr zwei Drittel der Sektoren die angestrebten Ziele erreicht oder sogar noch weniger Energie verbraucht als ursprünglich geplant (Abbildung 17). Das betrifft vor allem das Papiergewerbe, die Grundstoffchemie, die Verarbeitung von Steinen und Erden, den Maschinenbau und sonstige Wirtschaftszweige. In anderen Sektoren, wie z.B. dem Bergbau, der Metallerzeugung und -bearbeitung und dem Fahrzeugbau gibt es durch die zusätzliche Maßnahme keine stärkere Minderung, Arbeitszeitverkürzung scheint an den Stellen keine geeignete Maßnahme zu sein, um Rebound-Effekten entgegenzuwirken.

Komponenten des BIP

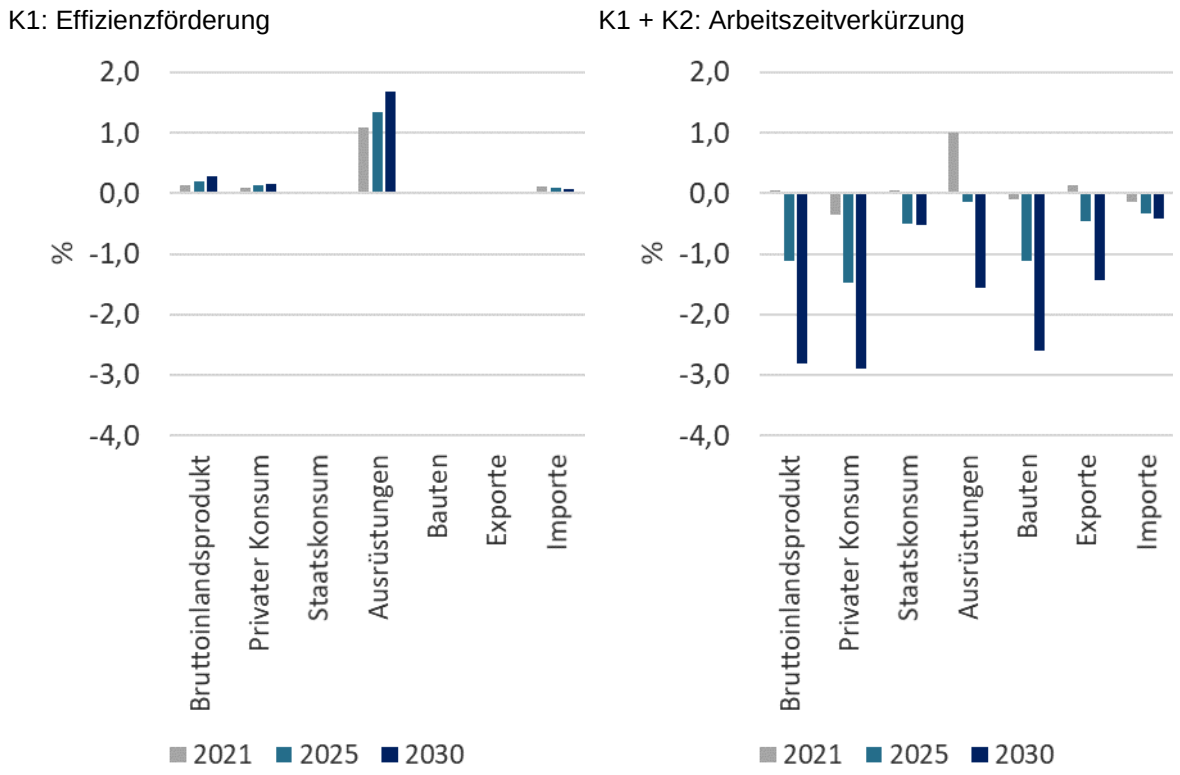


Abbildung 18: Relative Abweichungen der BIP-Komponenten durch das Maßnahmenset 4 gegenüber dem Referenzlauf für ausgewählte Jahre

Durch die Arbeitszeitverkürzung gibt es starke und vor allem negative Effekte auf die Komponenten des BIPs (Abbildung 18). Das BIP liegt durch die Arbeitzeitverkürzung im Jahr 2030 fast 3% niedriger, was vor allem durch den Rückgang im privaten Konsum verursacht wird, aber auch durch die niedrigeren Bauinvestitionen. Die Investitionen für Ausrüstungsinvestitionen liegen durch die Effizienzförderung in den ersten Jahren noch höher, langfristig aber auch niedriger. Gleiches gilt für die Exporte, den Staatskonsum und die Importe, die sich durch die ergänzte Maßnahme ebenfalls unter dem Niveau aus dem Referenzlauf befinden.

Weitere sozioökonomische Indikatoren

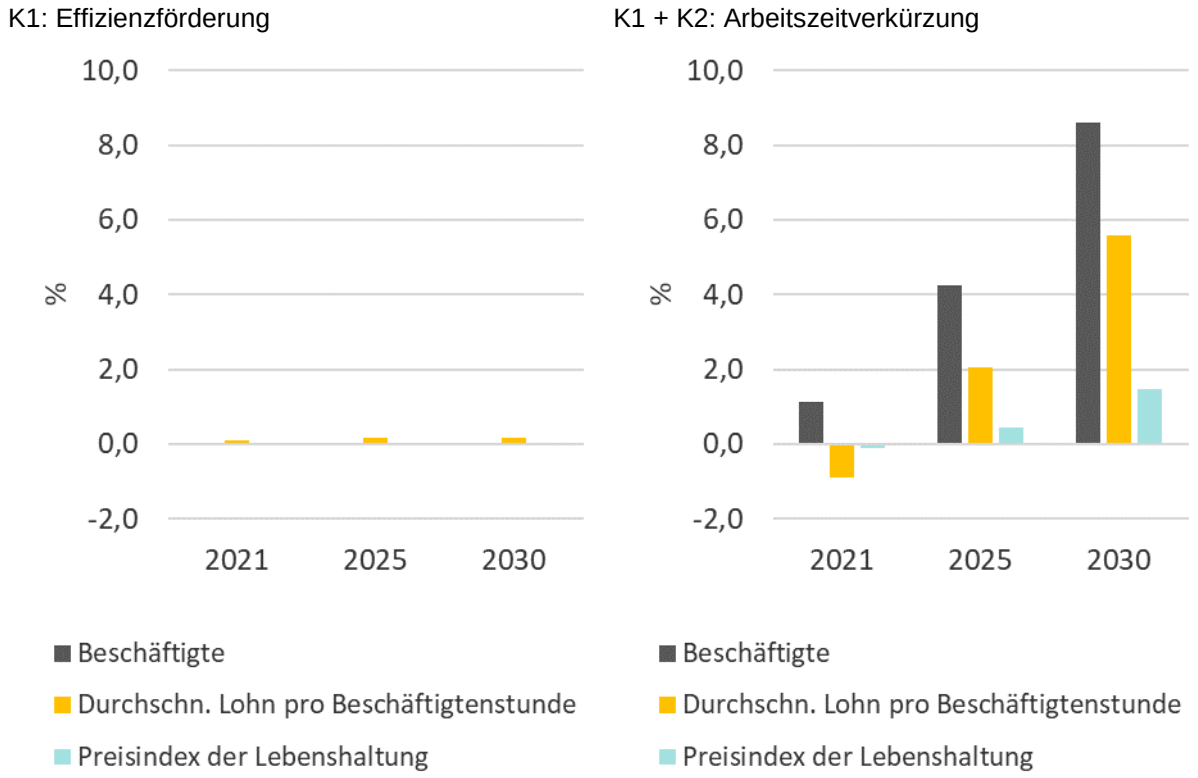


Abbildung 19: Relative Abweichungen gegenüber der Referenz bei Beschäftigten, Löhnen und Preisen durch das Maßnahmenset 4 für ausgewählte Jahre

Aus Abbildung 19 wird ersichtlich, dass die Arbeitszeitverkürzung durch die Senkung der durchschnittlichen Jahresarbeitszeit zu deutlich mehr Beschäftigung führt, bis 2030 ist sie 8,6% höher als im Referenzlauf. Kurzfristig resultiert das in niedrigeren Löhnen, langfristig steigen sie jedoch an. Die Löhne wurden in der Modellierung so reduziert, dass etwa 50% der reduzierten Lohnsumme ausgeglichen wird. Pro Beschäftigten gibt es folglich weniger Lohn und Gehalt. Das Preisniveau steigt bis 2030 um 1,5% an, was auch ein Grund für den niedrigeren privaten Konsum (Abbildung 18) ist.

Die flankierende Maßnahme Arbeitszeitverkürzung wirkt anders als die bisher untersuchten Maßnahmen. Die Effekte auf den Energieverbrauch sind eher gering und sektoral sehr unterschiedlich, die gesamtwirtschaftlichen Effekte hingegen sind in diesem Maßnahmenset wesentlich stärker ausgeprägt als bei den anderen modellierten Maßnahmensets.

Zusammenfassung und Ausblick

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind die wesentlichen Effekte der M aßnahmensets für das Jahr 2030 zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht zu Effekten der Maßnahmensets in Bezug auf Energieverbrauch, BIP und Beschäftigung (+ bedeutet eine positive Wirkung auf die Größe, 0 bedeutet keine Änderung, - eine negative Wirkung auf die Größe; unterschiedliche Dimensionen werden mit bis zu 3 Plus- oder Minuszeichen dargestellt)

Maßnahmen(set)	Endenergieverbrauch gesamt	BIP	Beschäftigung
Komponente 1	-	+	0
K1 + Reinvestitionserfordernis	-	+	0
K1 + CO_2-Steuer und Rückvergütung	---	+	0
K1 + Steuerreform	--	0	0
K1 + Arbeitszeitverkürzung	-	--	+++

Allein durch Effizienzförderung (Komponente 1) wird der Energieverbrauch nicht wie angestrebt reduziert (-2,3%), da es zu Rebound-Effekten kommt. Die untersuchten Maßnahmensets verhindern jeweils zum Teil die entstehenden Rebound-Effekte. Die Energieverbrauchsreduktion ist in allen Sets größer als in Komponente 1. Die CO_2-Steuer mit der Rückvergütung über die EEG-Umlage wirkt insgesamt am stärksten auf den Endenergieverbrauch, trifft jedoch nicht alle Sektoren gleichermaßen. Die Effekte auf BIP und Beschäftigung sind eher gering mit Ausnahme der Arbeitszeitverkürzung, die sich negativ auf das BIP und positiv auf die Beschäftigung auswirkt. Hier ist anzumerken, dass das Modell sensibel auf Änderungen von Arbeitszeit und Lohnentwicklung reagiert.

In dieser Zusammenstellung wurden Quantifizierungen einzelner Maßnahmensets dargestellt, die sich aus dem letzten Stakeholderworkshop im November 2019 ergeben haben. Es sind weitere Maßnahmen(-sets) denkbar, die auch modelliert werden könnten. Auf dem anstehenden Online-Workshop am 23.09.2020 werden die hier beschriebenen Ergebnisse diskutiert und ein mögliches zielgenaues Maßnahmenset zusammengestellt, das anschließend modelliert wird. Leitfragen sind dabei:

- Welche der oben untersuchten Maßnahmen sollten dazu ausgewählt werden?

- Gibt es weitere sinnvolle Maßnahmen?

- Wie sollten die Maßnahmen ausgestaltet sein und kombiniert werden?

Da es sich bei dieser Zusammenstellung nur um eine Auswahl einiger Maßnahmen(-sets) handelt, sind wir sehr gespannt auf die Beiträge der Stakeholder, die weitere Maßnahmen und ihre Kombination vorschlagen können. Dies könnten z.B. Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm sein, aus dem Energieeffizienzplan NAPE 2.0 oder aus dem Impulspapier „Der Doppelte Booster“ von Agora Energiewende 2020. Gerade im Hinblick auf aktuelle Entwicklungen im Zuge der COVID-19-Pandemie könnten weitere Maßnahmen interessant sein, die vorher eher kritisch gesehen wurden oder nur eine geringe Umsetzungswahrscheinlichkeit hatten. Mit der angelkündigten Erhöhung des EU-Klimaschutzziels auf 55% bis 2030 sowie mit dem Vorschlag einer Klimaallianz des BMWi (2020) wird die Diskussion um weitere Politikmaßnahmen zum Klimaschutz Fahrt aufnehmen, zu der ReCap gern beitragen wird.

Literatur

Agora Energiewende, Agora Verkehrswende (2020). Der Doppelte Booster: Vorschlag für ein zielgerichtetes 100-Milliarden-Wachstums- und Investitionsprogramm. https://www.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2020/2020-05_Doppelter-Booster/179_A-EW_A-VW_Doppelter-Booster_WEB.pdf [Zugriff am 09.09.2020]

Ahmann, L., Lutz, C., Kern, F., Lange, S. & Peuckert, J. (2020). Policy Maßnahmensets zur Eindämmung makroökonomischer Rebound Effekte. ReCap Policy Brief 1. https://www.macro-rebounds.org/app/download/8129691663/Policy_Ma%C3%9Fnahmensets_zur_Eindaemmung_makrooekonomischer_Rebound_Effekte.pdf [Zugriff am 07.09.2020]

Banning, M., & Lutz, C. (2019). Rebound-Effekte in gesamtwirtschaftlichen Modellen. Ansätze zur Erfassung und Abbildung, *Arbeitsbericht 2 des Forschungsprojekts ReCap*. https://www.macro-rebounds.org/app/download/8011895763/Rebound-Effekte+ges-Modelle.pdf [Zugriff am 14.09.2020]

BMWi (2020). Klima schützen & Wirtschaft stärken. Vorschlag für eine Allianz von Gesellschaft, Wirtschaft und Staat für Klimaneutralität und Wohlstand https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klima-schuetzen-wirtschaft-staerken.pdf [Zugriff am 17.09.2020]

BMWi (2019). Energieeffizienzstrategie 2050. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffiezienzstrategie-2050.pdf [Zugriff am 07.09.2020]

Lange, S., Banning, M., Berner, A., Kern, F., Lutz, C., Peuckert, J., Santarius, T., & Silbers-dorff, A. (2019). Economy-Wide Rebound Effects: State of the art, a new taxonomy, policy and research gaps. *Arbeitsbericht 1 des Forschungsprojekts ReCap*. https://www.macro-rebounds.org/app/download/8024209563/ReCap+discussion+paper+1.pdf [Zugriff am 07.09.2020]

Lutz, C., Flaute, M., Lehr, U., Kemmler, A., Kirchner, A., Auf der Maur, A., Ziegenhagen, I., Wünsch, M., Koziel, S., Piégsa, A., & Straßburg, S. (2018). *Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende* (No. 2018/04). GWS Research Report.

Oehlmann, M., Linsenmeier, M., Kahlenborn, W., Lehr, U., Flaute, M., Büchele, R. & Andrä, P. (2019). Wirtschaftliche Chancen durch Klimaschutz (III): Gesamtwirtschaftliche Effekte einer investitionsorientierten Klimaschutzpolitik. Climate Change 19/2019, Dessau-Roßlau.

Peuckert, J., & von Andrian, N. (2019). Dokumentation des zweiten Stakeholder-Workshops des Projekts ReCap: „Politische Maßnahmen zur Eindämmung von Rebound-Effekten“, Berlin, 21. November 2019. https://www.macro-rebounds.org/app/download/8123877463/ReCap+SW2+Workshop+-+Dokumentation_offiziell.pdf [Zugriff am 08.09.2020]

Prognos AG, Fraunhofer ISI, GWS, iinas (2020). Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgenabschätzungen 2030/2050 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/klimagutachten.html [Zugriff am 04.09.2020]

Von der Leyen, U. (2020). Building the world we want to live in: A Union of vitality in a world of fragility. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/SPEECH_20_1655 [Zugriff am 17.09.2020]

www.macro-rebounds.org