

Mittelfristige Projektion der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung und Szenarien für die Erreichung der gesetzlichen Emissionsziele

Andrej Drygalla, Katja Heinisch, Oliver Holtemöller, Axel Lindner, Alessandro Sardone, Christoph Schult, Götz Zeddies

Zusammenfassung

Das Produktionspotenzial der deutschen Wirtschaft wächst mittelfristig (2023 bis 2029) mit einer jahresdurchschnittlichen Rate von 0,3% und damit deutlich schwächer als in den Jahren zuvor. Dies ist auf eine ungünstigere Entwicklung aller drei Faktoren (Arbeitsvolumen, Kapitalstock, totale Faktorproduktivität) zurückzuführen. Das potenzielle Wachstum wird insbesondere durch den Rückgang der durchschnittlichen Arbeitszeit gedämpft.

Das gesamtstaatliche Haushaltsdefizit liegt in den Jahren 2025 bis 2029 bei ungefähr 2% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt. Monetäre Transfers und soziale Sachleistungen nehmen demographiebedingt stärker zu als das nominale Bruttoinlandsprodukt, und diese Mehrausgaben werden durch höhere Beitragssätze zu den Sozialversicherungen finanziert. Das strukturelle Haushaltsdefizit dürfte in der mittleren Frist zwischen 2% und 3% liegen.

Auf Basis einer Langfristprojektion für die Produktion wird abgeschätzt, wie stark bei gegebener Gesetzeslage die CO₂-Emissionen zurückgehen dürften. Es ist ohne weitere Maßnahmen nur mit leicht sinkenden Treibhausgasemissionen zu rechnen. Die von der Politik angestrebte Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 dürfte deutlich verfehlt werden, wenn keine weiteren Maßnahmen zur Minderung der Emissionen ergriffen werden.

Die Auswirkungen einer Emissionsreduktion, die den Vorgaben des Klimaschutzgesetzes entspricht, werden in zwei Alternativszenarien analysiert: Im Emissionsmengen-Feinsteuerungsszenario wird angenommen, dass neben dem CO₂-Emissionshandel auch nicht marktbasierende Maßnahmen wie Verordnungen genutzt werden, um die Emissionsziele zu erreichen. Im Marktpreis-Szenario wird Klimaneutralität ausschließlich über CO₂-Emissionshandel mit europaweit sinkender Mengenbeschränkung erreicht. Der gegenüber dem Feinsteuerungsszenario stärkere Anstieg der Energiepreise bedeutet stärkere Anreize für Investitionen in Forschung und Entwicklung und einen schnelleren energieparenden technischen Fortschritt. Der zur Erreichung der Emissionsziele erforderliche gesamtwirtschaftliche Konsumverzicht fällt im Marktpreis-Szenario deutlich niedriger aus als im Feinsteuerungsszenario.

DOI <https://doi.org/10.18717/kafwxy-jq25>

JEL-Klassifikation: E17, E27, E37, E66, H68, O11

Schlagwörter: makroökonomische Projektion, Öffentliche Finanzen, Produktionspotenzial, Treibhausgasemissionen, wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland, Wirtschaftswachstum

Einleitung

Die deutsche Wirtschaft steht gegenwärtig vor großen und vielfältigen Herausforderungen. Eine ganze Reihe davon haben langfristigen Charakter. Dazu zählen insbesondere die Schwächung der Wachstumskräfte durch die Alterung der Bevölkerung und das Ziel, dass die Wirtschaft bis zum Jahr 2045 klimaneutral ausgerichtet sein soll. Beides dürfte nicht nur die gesamtwirtschaftliche Produktion, sondern auch die Staatsfinanzen langfristig belasten. Im vorliegenden Beitrag geht es um eine quantitative Abschätzung dieser Belastungen.

Ausgang der Analyse ist eine Langfristprojektion wichtiger Größen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen auf Basis von Schätzung und Prognose des Produktionspotenzials. Auf dieser Grundlage und unter der Annahme einer unveränderten Gesetzeslage werden Zeitpfade für Staatseinnahmen und -ausgaben, den Finanzierungssaldo und den

* Dieser Beitrag wurde am 16. Januar 2025 veröffentlicht.

Schuldenstand des Staates abgeleitet. Die Projektionsergebnisse werden in den Kontext von Schuldenbremse und EU-weiten Fiskalregeln eingeordnet.

Auf Basis der Langfristprojektion für die Produktion in Deutschland kann auch abgeschätzt werden, wie stark bei gegebener Gesetzeslage die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 zurückgehen dürften. Zu diesem Zweck werden langfristige Trends in der Emissionsintensität einzelner Wirtschaftszweige fortgeschrieben. Es zeigt sich, dass das im Klimagesetz verankerte Ziel, die deutsche Wirtschaft bereits bis 2045 klimaneutral zu machen, unter diesen Umständen klar verfehlt wird.

Abschließend wird der Frage nachgegangen, welche Konsequenzen es für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung hätte, wenn die Politik Maßnahmen ergreift, die hinreichend sind, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. In den dafür durchgeführten Simulationen wird eine gesamtwirtschaftliche Produktionsfunktion verwendet, die neben Arbeit und Kapital auch fossile und grüne Energie als Inputfaktoren umfasst. Dabei werden zwei Fälle betrachtet: in dem einen Szenario wird die Reduktion durch staatliche Vorgaben für konkrete Emissions-Reduktionsmaßnahmen bei privaten Akteuren erreicht. In dem anderen Szenario ergibt sich die Reduktion ausschließlich aus der dezentralen Anpassung privater Akteure an einen sich aus dem EU-Emissionshandel resultierenden CO₂-Preis. Es wird gezeigt, dass die volkswirtschaftlichen Kosten der Emissionsreduktion im zweiten Szenario deutlich geringer ausfallen.

Projektion der wirtschaftlichen Entwicklung und der öffentlichen Finanzen ohne weitere Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen (Basisszenario)

Projektion der wirtschaftlichen Entwicklung

Im Folgenden wird zunächst das Basisszenario beschrieben, das auf dem gesetzlichen Status quo basiert und keine zusätzlichen Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen einbezieht. Stattdessen werden die bisherige Politik sowie die fortgesetzten branchenspezifischen Trends in der Emissionsintensität berücksichtigt.

Basierend auf der IWH-Kurzfristprognose¹ für die Jahre 2024 bis 2026 vom Dezember 2024 wird das Produktionspotenzial für den Zeitraum von 1996 bis 2050 unter Verwendung der von der Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose angewandten Methode (modifizierte EU-Methode, MODEM) geschätzt.² Dabei wird die von der EU-Kommission im Rahmen der regelmäßigen Haushaltsüberwachung angewandte Methode (EU-Methode) u. a. an die empirischen Gegebenheiten in Deutschland angepasst. Ein wesentlicher Unterschied liegt in der Fortschreibung der Partizipationsquote, dem Anteil der Erwerbspersonen an der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (15–74 Jahre).³ Während nach der EU-Methode die gesamte Partizipationsquote mittels eines Einzelgleichungsmodells fortgeschrieben wird, erfolgt die Fortschreibung nach MODEM getrennt für einzelne Fünfjahreskohorten für Frauen und für Männer. Da sich die Erwerbsbeteiligung verschiedener Altersgruppen zum Teil deutlich unterscheidet, wird damit explizit einer demographisch bedingten Veränderung Rechnung getragen. So wird der Anteil der über 64-Jährigen, die eine relativ geringe Erwerbsbeteiligung aufweisen, in den kommenden Jahren zunehmen, während die Gruppe der 25- bis 39-Jährigen, die sich durch eine hohe Erwerbsbeteiligung auszeichnet, relativ schrumpfen wird. Mit dem Ausscheiden der geburtenstarken Jahrgänge aus der Erwerbsbevölkerung, kehrt sich die relative Bedeutung der Jahrgänge ab der Mitte der 2030er Jahre wieder um. In der Folge wird die Partizipationsquote nach MODEM in den kommenden zehn Jahren zunächst leicht abnehmen, bevor sie in der zweiten Hälfte des Projektionszeitraums ansteigt und im Jahr 2050 mit

¹ Vgl. *Arbeitskreis Konjunktur des IWH: Frostige Aussichten für die deutsche Wirtschaft*, in: [Konjunktur aktuell, Jg. 12 \(4\), 2024](#), 127 ff. Das IWH hat in seiner Dezemberprognose 2024 geschätzt, dass das Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2024 um –0,2% zurückgeht. Dies stimmt mit der amtlichen Rate von –0,2% überein, die am 15.01.2024 durch das Statistische Bundesamt veröffentlicht wurde, vgl. [Statistisches Bundesamt: Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2024 um 0,2 % gesunken](#), Pressemitteilung Nr. 019 vom 15. Januar 2025.

² Zu den Ergebnissen bis zum Jahr 2029 vgl. Kasten 1, *Arbeitskreis Konjunktur des IWH*, a. a. O.

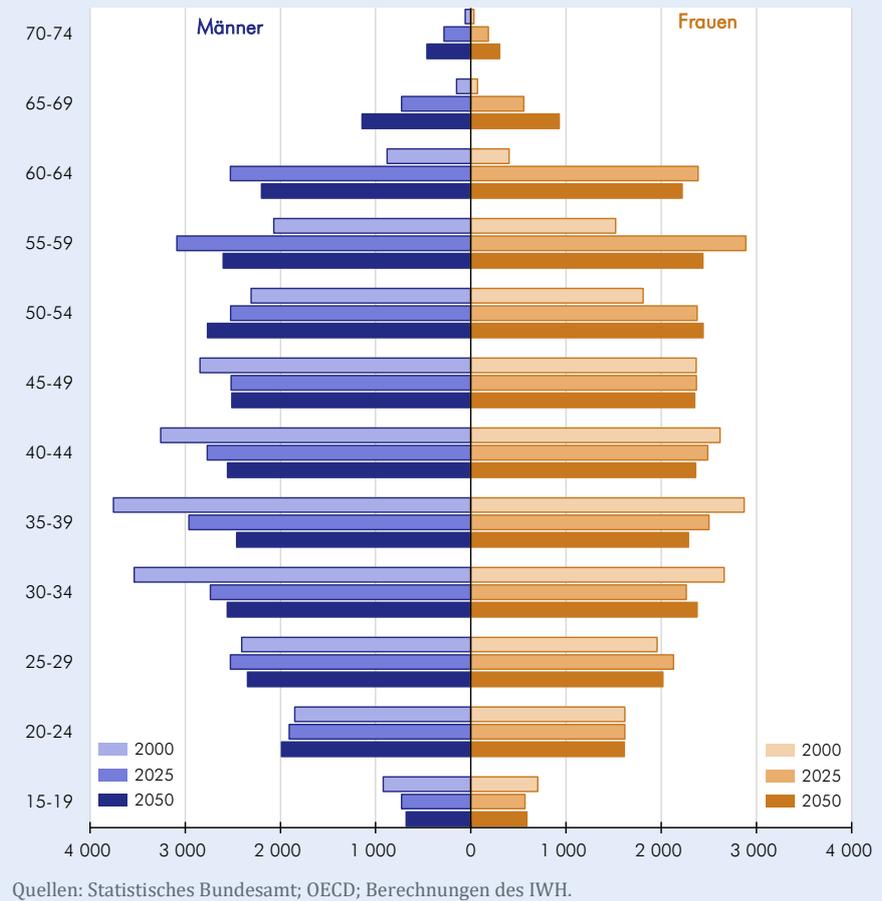
³ Die Einschätzung der Bevölkerungsentwicklung orientiert sich an der Variante W2-G2-L2 der 15. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes von Anfang Dezember 2022, die auf moderaten Annahmen zu Wanderung, Geburtenhäufigkeit und Anstieg der Lebenserwartung beruht. In der vorliegenden Projektion wurde diese unter Berücksichtigung aktueller Daten zum tatsächlichen Bevölkerungsstand sowie aktueller Wanderungsdaten angepasst.

77,3% etwa 2,5 Prozentpunkte höher liegt als im Jahr 2024. Nach EU-Methode würde die Partizipationsquote ungeachtet der demographischen Entwicklung über den gesamten Zeitraum kontinuierlich ansteigen und im Jahr 2050 bei mehr als 82% liegen.

Abbildung 1 zeigt, wie sich die Zusammensetzung der Erwerbspersonen im Vergleich zum Jahr 2000 demographisch bedingt verändert hat und sich bis zum Jahr 2050 verändern wird. So hat zwar die Zahl der Erwerbspersonen insgesamt

in den vergangenen 25 Jahren um 5 Millionen zugenommen. Die Altersgruppen von 30–49 Jahren verzeichneten jedoch einen Rückgang um insgesamt etwa 400 Tausend Personen, da dieser Bevölkerungsgruppe nun geburten schwächere Jahrgänge angehören. Um mehr als 6 Millionen stieg hingegen die Zahl der Erwerbspersonen in der Gruppe der 55- bis 64-jährigen, den besonders geburtenstarken Jahrgängen 1960 bis 1969. Bis 2050 geht die Zahl der Erwerbspersonen wieder in etwa auf das Niveau des Jahres 2000 zurück. Aufgrund einer dann insgesamt gleichmäßigeren demographischen Struktur der Bevölkerung sind die Anteile einzelner Altersgruppen an den gesamten Erwerbspersonen ähnlich. Lediglich aus der jüngsten und den beiden ältesten Kohorten stammen aufgrund ihrer alters-typisch geringen Partizipationsquoten vergleichsweise wenige Erwerbspersonen.

Abbildung 1
Erwerbspersonen
In Tausend Personen



Das Produktionspotenzial wächst sowohl in der mittleren Frist (2023 bis 2029) als auch im gesamten Projektionszeitraum (2023 bis 2050) mit einer jahresdurchschnittlichen Rate von 0,3% und damit deutlich schwächer als in den Jahren zuvor (vgl. Tabelle A1). Dies ist auf eine ungünstigere Entwicklung aller drei Faktoren (Arbeitsvolumen, Kapitalstock, totale Faktorproduktivität (TFP)) zurückzuführen. Das potenzielle Arbeitsvolumen nimmt in beiden betrachteten Zeiträumen um jahresdurchschnittlich 0,3% ab. In der mittleren Frist geht dieser Rückgang vor allem auf eine Reduktion der durchschnittlichen Arbeitszeit zurück, während der demographisch bedingte Rückgang der Erwerbsbevölkerung noch nahezu vollständig durch eine höhere Nettozuwanderung kompensiert werden kann. Im weiteren Verlauf bis zum Jahr 2050 nimmt die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter dann deutlicher ab. Auch die durchschnittliche Arbeitszeit sinkt dann weiter, so dass nur eine höhere Partizipation einem noch stärkeren Rückgang des potenziellen Arbeitsvolumens entgegenwirkt. Das potenzielle Wachstum wird durch den Rückgang des Arbeitsvolumens in beiden Zeiträumen um knapp 0,2 Prozentpunkte gedämpft. Die andauernd verhaltene Investitionstätigkeit resultiert über den gesamten Projektionszeitraum bis zum Jahr 2050 in einem jährlichen Wachstum des Kapitalstocks von lediglich 0,8%, was in etwa der Hälfte des Durchschnitts der Jahre seit 1996 entspricht. Der Wachstumsbeitrag des Kapitalstocks reduziert sich auf knapp 0,3 Prozentpunkte. Die jahresdurchschnittliche Wachstumsrate der trendmäßigen TFP und damit auch ihr Beitrag zum Potenzialwachstum (in Prozentpunkten) beträgt in der mittleren Frist

lediglich 0,2%, da diese durch die derzeitige konjunkturelle Schwächephase gedämpft wird. Im gesamten Projektionszeitraum liegt sie mit 0,3% etwas höher, jedoch ebenfalls nur in etwa halb so hoch wie im Durchschnitt der Jahre 1996 bis 2023.

Kasten 1

Rahmenbedingungen und Annahmen der Projektion

Die vorliegende Projektion für die Entwicklung der deutschen Wirtschaft bis zum Jahr 2050 stützt sich auf ökonomische Modelle, in die makroökonomische Daten und Annahmen bezüglich des Zeitverlaufs makroökonomisch wichtiger Rahmendaten einfließen.^{K1.1} Zu diesen Rahmendaten gehören die Entwicklung von Weltwirtschaft und Welthandel, der Ölpreise und des Euro-Wechselkurses relativ zum US-Dollar, die Entwicklung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft, die Leitzinsen der Europäischen Zentralbank (EZB) und die von den Leitzinsen abhängigen Finanzierungsbedingungen im Euroraum und in Deutschland.

Es wird vor allem wegen des langsameren Wachstums der chinesischen Volkswirtschaft angenommen, dass die Expansionsrate der Produktion in der Welt in den folgenden Jahren etwas unterhalb des langjährigen Durchschnitts der vergangenen 20 Jahre liegt. Der Welthandel (Waren) dürfte im Jahr 2024 um 1,9% zulegen und in den Jahren 2025 und 2026 um 2,2% bzw. um 1,7% zulegen. Die mittelfristig zu erwartende Wachstumsrate des Welthandels (Waren) wird mit reichlich 2½% veranschlagt. Der Ölpreis (Sorte Brent) notierte im Durchschnitt des Jahres 2024 bei 80,7 US-Dollar je Barrel, für die Jahre 2025 und 2026 wird ein Ölpreis von durchschnittlich 72 bzw. 70 US-Dollar unterstellt. Weiterhin wird angenommen, dass der Ölpreis in US-Dollar im Zeitraum von 2027 bis 2050 mit einer Jahresrate von 2% steigt (reale Konstanz). Der Euro-Dollar-Wechselkurs beträgt ab dem ersten Quartal 2025 im gesamten Projektionszeitraum 1,06 US-Dollar je Euro. Des Weiteren bleibt die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft bei annahmegemäß konstanten nominalen Wechselkursen nahezu unverändert. Die Verbraucherpreisinflation dürfte im Jahr 2025 das Inflationsziel der EZB von 2% erreichen, und die EZB wird im Lauf des Jahres Leitzins weiter senken. Dennoch werden die Finanzierungsbedingungen im Prognosezeitraum im Euroraum und auch in Deutschland nicht wieder so günstig werden wie in den Jahren vor 2023.

^{K1.1} Zur Bedeutung der Rahmendaten vgl. *Glas, A.; Heinisch, K.: Conditional Macroeconomic Survey Forecasts: Revisions and Errors*, in: *Journal of International Money and Finance*, Vol.138, 102927, November 2023.

Mit Hilfe des makroökonomischen Modells des IWH wird die gesamtwirtschaftliche Entwicklung bis zum Jahr 2050 bedingt auf das zuvor ermittelte Produktionspotenzial und die in Kasten 1 genannten Rahmenbedingungen projiziert. Die tatsächliche Produktion nähert sich im Projektionszeitraum dem Produktionspotenzial an und erreicht mittel- bis langfristig den Potenzialpfad. Die deutsche Wirtschaft dürfte demnach bis zum Ende des Projektionszeitraums im Jahr 2050 um durchschnittlich ½% pro Jahr expandieren (vgl. Tabellen A2 und A3). Aufgrund der demographischen Entwicklung und der damit verbundenen Ausgaben wird der Anteil des staatlichen Konsums gegenüber dem Jahr 2023 leicht höher ausfallen. Der Anteil des privaten Konsums am nominalen Bruttoinlandsprodukt sowie der Anteil der Investitionen bleibt nahezu unverändert. Der Außenbeitrag dürfte sich im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt leicht verringern. Aufgrund eines Rückgangs der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter im Zeitraum von 2023 bis 2050 um 5,8%, dürfte der Beschäftigungszuwachs nur noch stagnieren. Die durchschnittliche Arbeitszeit geht im Projektionszeitraum weniger stark zurück als in den Jahren zuvor. Da die deutsche Wirtschaft am aktuellen Rand schwächer expandiert als das Produktionspotenzial, dürfte die Produktionslücke auch im Jahr 2024 und 2025 größer ausfallen als im Jahr 2023 und sich erst in den Folgejahren schließen. Der BIP-Deflator dürfte nach einem sehr starken Anstieg in den Jahren 2022 und 2023 mit über 6%, mit Raten von 1,8% pro Jahr zulegen. Das nominale Bruttoinlandsprodukt wird bis zum Jahr 2050 um durchschnittlich 2¼% zunehmen.

Mittelfristige Projektion der öffentlichen Finanzen

Das gesamtstaatliche Finanzierungsdefizit wird sich von 2,6% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt im Jahr 2023 bis zum Jahr 2026 zunächst mit dem leichten Wiederanziehen der Konjunktur verringern, allerdings nur geringfügig auf 2,2%. Dies

geht auch auf eine im Jahr 2025 restriktiv ausgerichtete Finanzpolitik zurück, die sich vor allem durch das Auslaufen der steuer- und beitragsfreien Inflationsausgleichsprämie und die Erhöhung des Beitragssatzes zur Pflegeversicherung und den kräftigen Anstieg des durchschnittlich erhobenen Zusatzbeitrags zur gesetzlichen Krankenversicherung ergibt.⁴

In den Jahren 2027 bis 2029 dürfte der gesamtstaatliche Finanzierungssaldo in etwa auf dem Niveau des Jahres 2026 verharren. Dabei ist unterstellt, dass die Finanzpolitik in diesem Zeitraum konjunkturneutral ausgerichtet ist. Die öffentlichen Ausgaben dürften in den Jahren 2027 bis 2029 langsamer expandieren als in den Jahren zuvor. Dies betrifft etwa die öffentlichen Investitionen, deren Zuwachs in der kurzen Frist noch durch investive Maßnahmen, etwa das Sondervermögen Bundeswehr, geprägt ist, die in der mittleren Frist dann aber auf hohem Niveau nur noch geringfügig expandieren. Die geleisteten Vermögenstransfers und die Subventionen, die in den zurückliegenden Jahren durch diskretionäre Maßnahmen im Zusammenhang mit der COVID-Pandemie und dem Energiepreisanstieg stark ausgeweitet wurden, gehen mit dem Wegfall dieser Maßnahmen sogar zurück. Auch der zuletzt kräftige Zuwachs der Zinsausgaben des Staates wird sich nach der Normalisierung des Zinsniveaus nicht fortsetzen. Einen überdurchschnittlichen Zuwachs erfahren hingegen die monetären Sozialleistungen und die sozialen Sachleistungen. Die monetären Transfers sind stark durch die Rentenausgaben des Staates geprägt. Zwar werden diese aufgrund geringerer Rentenanpassungen in den Jahren 2027 bis 2029 weniger zulegen als in den Jahren zuvor, jedoch immer noch kräftiger als die öffentlichen Ausgaben insgesamt. Gleiches gilt für die sozialen Sachleistungen, in denen sich ein Großteil der Ausgaben der gesetzlichen Kranken- und der Pflegeversicherung wiederfinden und die ebenfalls demographiebedingt überdurchschnittlich ausgeweitet werden.

Ebenso wie die Ausgaben expandieren auch die Einnahmen des Staates in den Jahren 2027 bis 2029 deutlich verhaltener als zuvor. Hier wirkt sich der spürbar schwächere Zuwachs des nominalen Bruttoinlandsproduktes aus, in dessen Folge die Expansion der Bruttolöhne und -gehälter im Zeitraum von 2027 bis 2029 nur noch bei jahresdurchschnittlich 0,6% liegt, verglichen mit 3,7% in den drei Vorjahren. Dies wirkt sich auf die Steuer- und Beitragseinnahmen aus, die im Jahr 2023 87% der gesamten öffentlichen Einnahmen ausmachten. Allerdings ist bei den Steuereinnahmen zu berücksichtigen, dass diese in den Jahren 2024 bis 2026 durch diskretionäre Maßnahmen wie das Inflationsausgleichsgesetz, das Steuerfortentwicklungsgesetz oder die steuer- und beitragsfreie Inflationsausgleichsprämie gedämpft wurden. Obgleich in dieser Projektion auch für die Folgejahre ein weiterer Abbau der kalten Progression unterstellt ist, fallen die Steuerentlastungen dann deutlich geringer aus, so dass die Steuereinnahmen in der mittleren Frist, trotz des geringeren Zuwachses des nominalen Bruttoinlandsproduktes, ähnlich wie in der kurzen Frist zulegen. Die Nettosozialbeiträge werden ebenfalls durch den schwachen Zuwachs der Bruttolöhne und -gehälter geprägt. Allerdings ist hier unterstellt, dass der kumulierte Beitragssatz auch in der mittleren Frist weiter angehoben wird, um die überproportional zunehmenden Ausgaben der Kranken-, Renten- und Pflegeversicherung zu decken.⁵

Tabelle 1

Einnahmen, Ausgaben, Finanzierungssaldo und Schuldenstand des Staates in Maastricht-Abgrenzung

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Einnahmen (in Relation zum BIP in %)	45,8	46,8	47,7	47,8	48,2	48,7	48,9
Ausgaben (in Relation zum BIP in %)	48,4	49,2	49,8	50,0	50,3	50,7	50,9
Finanzierungssaldo (Mrd. €)	-107,5	-103,4	-89,7	-102,4	-99,9	-95,7	-96,5
Finanzierungssaldo (in Relation zum BIP in %)	-2,6	-2,4	-2,0	-2,2	-2,1	-2,0	-2,0
Bruttoschuldenstand (in Relation zum BIP in %)	62,9	63,1	63,3	63,6	64,1	64,7	65,4
struktureller Finanzierungssaldo (in Relation zum BIP in %)							
nach modifizierter EU-Methode (MODEM)	-2,4	-1,9	-1,5	-2,2	-2,5	-2,7	-2,9
nach EU-Methode	-2,2	-2,2	-1,7	-1,3	-1,9	-2,0	-2,0

Quellen: Statistisches Bundesamt; 2024 bis 2029: Prognose des IWH.

Alles in allem werden sowohl die Staatseinnahmen als auch die Staatsausgaben in den Jahren 2027 bis 2029 langsamer zulegen als zuvor. Das gesamtstaatliche Haushaltsdefizit liegt in den Jahren 2027 bis 2029 bei ungefähr 2% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt. Sowohl die Einnahmen als auch die Ausgaben des Staates dürften sich in Relation

⁴ Vgl. Arbeitskreis Konjunktur des IWH, a. a. O.

⁵ Dabei ist im Einzelnen unterstellt, dass der Beitragssatz zur gesetzlichen Rentenversicherung, ausgehend von 18,6% im Jahr 2024, bis zum Jahr 2029 auf 20,1% angehoben wird. Für den durchschnittlich erhobenen Zusatzbeitrag zur gesetzlichen Krankenversicherung wird von einem Anstieg von ungefähr 1,7% im Jahr 2024 auf 3,6% im Jahr 2029 ausgegangen.

zum Bruttoinlandsprodukt erhöhen. Dies geht darauf zurück, dass die monetären Transfers und die sozialen Sachleistungen demographiebedingt stärker zunehmen als das nominale Bruttoinlandsprodukt und diese Mehrausgaben annahmegemäß durch höhere Beitragssätze zu den Sozialversicherungen finanziert werden. Das strukturelle Haushaltsdefizit dürfte, in Abhängigkeit von der zur Potenzialschätzung angewandten Methode (EU-Verfahren vs. MODEM), in der mittleren Frist zwischen 2 und 3% liegen (vgl. Tabelle 1). Da das modifizierte EU-Verfahren (MODEM) ein geringeres Produktionspotenzial ausweist als das EU-Verfahren, ist die Produktionslücke bei ersterem größer. Dies bedeutet, dass bei der modifizierten EU-Methode ein höherer Teil der aktuellen und projizierten Haushaltsdefizite als strukturell eingestuft wird als beim EU-Verfahren. Folglich fällt das auf Grundlage des modifizierten EU-Verfahrens ausgewiesene strukturelle Haushaltsdefizit höher aus.⁶ Die Schuldenstandsquote dürfte sich im Projektionszeitraum kontinuierlich erhöhen und durchweg über 60% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt liegen. Dies stellt einen Verstoß gegen die Vorgaben des reformierten Stabilitäts- und Wachstumspakts dar (vgl. Kasten 2).

Kasten 2

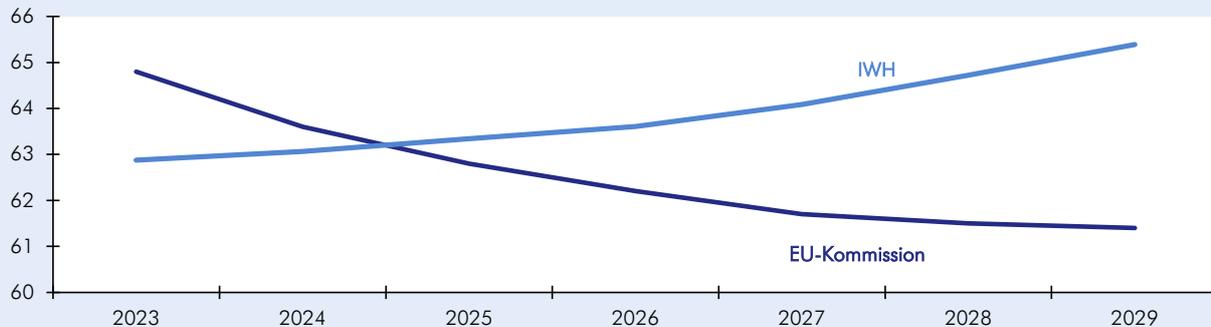
Die IWH-Mittelfristprojektion vor dem Hintergrund der neuen EU-Fiskalregeln

Zum 30. April 2024 wurden die Regeln des Europäischen Stabilitäts- und Wachstumspakts (SWP) angepasst.^{K2.1} Danach schlägt die Europäische Kommission Mitgliedstaaten, deren Haushaltsdefizit 3% oder deren Schuldenstand 60% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt übersteigt, einen Referenzpfad für die öffentlichen Ausgaben vor mit dem Ziel, die Schuldenstandsquote auf einen rückläufigen Pfad zu bringen bzw. sie bei unter 60% zu halten.^{K2.2} Dazu muss jeder Mitgliedstaat einen sogenannten mittelfristigen strukturellen Finanzplan (*medium-term fiscal structural plan*) vorlegen, in dem er sich über einen Zeitraum von 4 bzw. 7 Jahren zu einem bestimmten finanzpolitischen Kurs und zu wichtigen investiven Maßnahmen und Reformen verpflichtet, zu denen die Kommission dann Stellung nimmt.^{K2.3} Mit den neuen Regeln rückt die Schuldenstandsquote als Indikator für die Tragfähigkeit öffentlicher Finanzen stärker in den Fokus. So soll diese bis zum Ende des Anpassungszeitraums auf einen plausiblen Abwärtstrend gebracht oder unter 60% gehalten werden, und das strukturelle Haushaltsdefizit soll, um dieses Ziel zu erreichen, 1,5% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt nicht überschreiten.^{K2.4}

Abbildung K2

Schuldenstand

In Relation zum Bruttoinlandsprodukt in %



Anmerkung: Datenstand der EU-Kommission = Herbst 2023.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Europäische Kommission; Berechnungen des IWH.

In der vorliegenden Projektion erhöht sich die Schuldenstandsquote von 62,9% im Jahr 2023 auf 65,4% im Jahr 2029. Das gesamtstaatliche Haushaltsdefizit liegt im gesamten Projektionszeitraum bei über 1,5% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt. Somit würde Deutschland durchweg gegen das neue EU-Regelwerk verstoßen und der Schuldenstand in Relation zum Bruttoinlandsprodukt würde nicht – wie gefordert – zurückgehen, sondern im genannten Zeitraum um fast 2½ Prozentpunkte steigen. Hingegen ging die EU-Kommission im jüngsten veröffentlichten *Debt Sustainability Monitor 2023* vom März 2024^{K2.5} noch davon aus, dass sich die Schuldenstandsquote Deutschlands, ausgehend von damals noch 64,8% im Jahr 2023, bis zum Jahr 2029 um 3,4 Prozentpunkte

⁶ Vgl. hierzu auch *Arbeitskreis Konjunktur des IWH*, a. a. O., 99–141.

auf dann 61,4% verringert (vgl. Abbildung K2). Die Hauptursache für die abweichende Entwicklung der Schuldenstandsquote im Vergleich zur IWH-Projektion dürfte in den sehr stark differierenden Annahmen zum Zuwachs des nominalen Bruttoinlandsprodukts liegen. Während dieses sich laut *Debt Sustainability Monitor* 2023 jährlich um 3½% erhöht, liegt der Zuwachs in der IWH-Projektion bei lediglich 2 ½%. Das nominale Bruttoinlandsprodukt ist nicht nur die wesentliche Determinante für die staatlichen Einnahmen, sondern beeinflusst darüber hinaus auch als Nennergröße die Schuldenstandsquote.

Basierend auf der vorliegenden Prognose müsste das gesamtstaatliche Defizit jährlich um 25 bis 30 Mrd. Euro niedriger ausfallen, um das strukturelle Defizit (nach EU-Methode) auf unter 1,5% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt und die Schuldenstandsquote auf einen rückläufigen Pfad zu bringen.

K2.1 Vgl. hierzu auch *Arbeitskreis Konjunktur des IWH*, a. a. O., 99–141.

K2.2 Vgl. *Heimberger, P.; Welslau, L.; Schütz, B.; Gechert, S.; Guarascio, D.; Zezza, F.*: Debt Sustainability Analysis in Reformed EU Fiscal Rules – The Effect of Fiscal Consolidation on Growth and Public Debt Ratios, in: *Intereconomics*, Vol. 59 (5), 2024, 276–283.

K2.3 Eine Erweiterung auf sieben Jahre ist möglich, wenn ein Mitgliedstaat öffentliche Investitionsprogramme oder strukturelle Reformen durchführen möchte, die langfristig das Produktionspotenzial erhöhen oder die öffentlichen Haushalte strukturell entlasten.

K2.4 Vgl. *European Commission*: Debt Sustainability Monitor 2023. *Institutional Paper 271*, March 2024, 113.

K2.5 Vgl. ebenda, 197.

Projektion von Bruttowertschöpfung und Treibhausgasemissionen

Mit Hilfe des makroökonomischen Modells wird auch die Produktion in den einzelnen Wirtschaftszweigen (A10-Klassifikation) prognostiziert. Dabei wird unterstellt, dass sich die sektoralen Anteile im Zeitverlauf nur allmählich entsprechend langfristiger Trends ändern. Die Literatur zeigt, dass der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes in fortgeschrittenen Volkswirtschaften rückläufig ist und der von Dienstleistungen stetig zunimmt.⁷ Auch wenn das Verarbeitende Gewerbe bis zum Jahr 2050 mit 17% weiterhin einen erheblichen Anteil an der Bruttowertschöpfung hat (vgl. Tabelle A4), so ist der Anteil seit Beginn der 1990er Jahre um gut 6 Prozentpunkte zurückgegangen. Im Gegensatz dazu dürfte der Anteil der Dienstleistungsbereiche von knapp 64% im Jahr 1991 auf über 78% im Jahr 2050 steigen. Die detaillierte sektorale Projektion eignet sich als Grundlage zur Abschätzung der mittelfristigen Entwicklung der Treibhausgasemissionen.

Gemäß Klimaschutzgesetz soll bis 2045 Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden. Für die Prognose werden jährliche Daten zu den Emissionen nach Wirtschaftsbereichen (NACE-Einsteller) herangezogen:⁸ Die trendmäßigen Veränderungen der Emissionsintensitäten (in der Regel sind das Schrumpfungsraten) werden in die Zukunft fortgeschrieben und mit der projizierten Bruttowertschöpfung in den einzelnen Wirtschaftszweigen in der mittleren Frist multipliziert. Die Summe der so prognostizierten sektoralen Emissionen ergibt die jährliche Gesamtemissionsmenge in Deutschland.

Im Jahr 2020 ließ die COVID-Pandemie die Treibhausgasemissionen deutlich sinken. Im Zuge der wirtschaftlichen Erholung stiegen sie im Jahr 2021 temporär wieder an. Die Emissionen sind weiter gesunken,⁹ im Jahr 2024 sind sie um circa 3% gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen und liegen nach Schätzungen des IWH bei 664 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Dieser jüngste Rückgang im Jahr 2024 ging nahezu vollständig auf geringere Ausstöße in der Energiewirtschaft zurück. Hierfür dürften sowohl eine geringere Energienachfrage infolge konjunkturbedingter Produktionsrückgänge in den energieintensiven Bereichen des Verarbeitenden Gewerbes als auch höhere Stromimporte

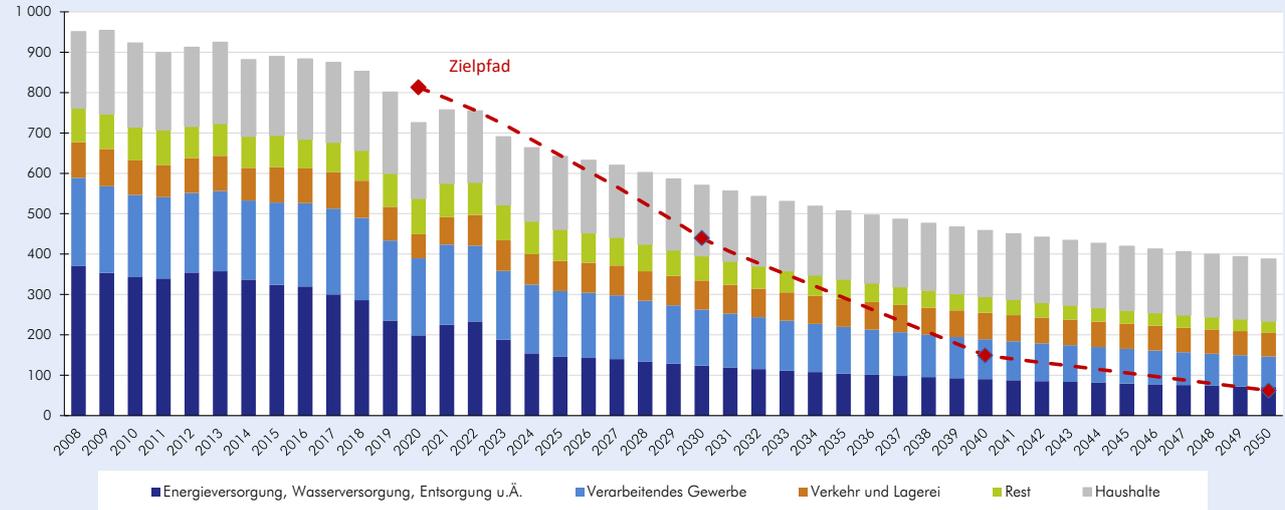
⁷ Vgl. *Herrendorf, B.; Rogerson, R.; Akos, V.*: Chapter 6: Growth and Structural Transformation, in: *Handbook of Economic Growth* Vol. 2, 2014, 855–941.

⁸ Im Wirtschaftsbereich U fallen keine Emissionen an.

⁹ Auch die vorläufigen Ergebnisse von Agora Energiewende weisen einen deutlichen Rückgang der Treibhausgasemissionen für das Jahr 2024 aus (vgl. *Agora Energiewende: Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2024*. Berlin 2025.) und liegen nunmehr bei 656 Millionen CO₂-Äquivalenten.

eine Rolle gespielt haben. Dass die Emissionen in der Energiewirtschaft stärker sanken als die Wertschöpfung, reflektiert zudem einen weiteren Zubau regenerativer Energien. In den übrigen Wirtschaftsbereichen waren die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Vorjahr in etwa konstant.

Abbildung 2
Gesamtemissionen nach ausgewählten Wirtschaftsbereichen und Zielpfad der Emissionen
Millionen Tonnen, CO₂-Äquivalent

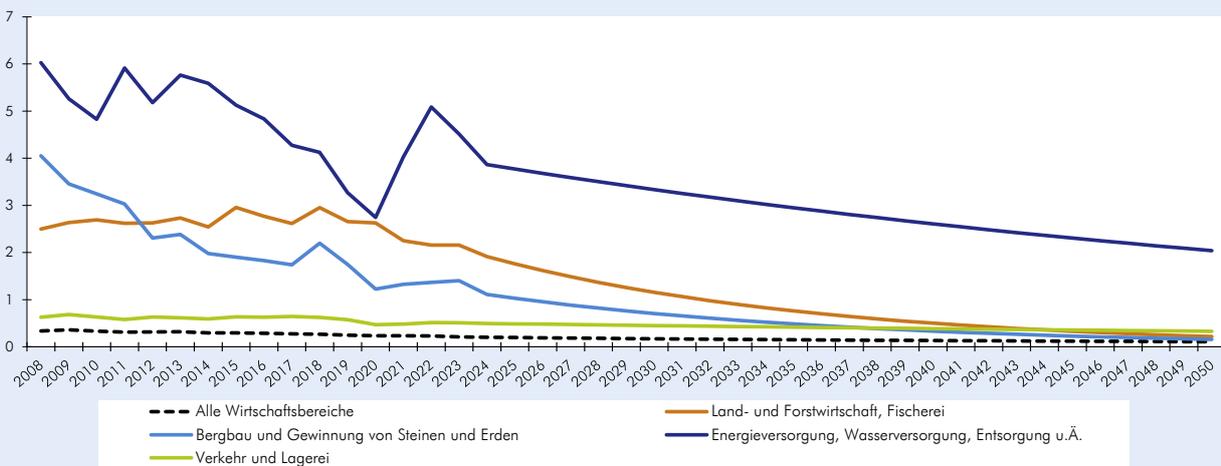


Quellen: Statistisches Bundesamt; Umweltbundesamt; Berechnungen des IWH.

Bis zum Jahr 2050 bleiben die Wirtschaftszweige mit den höchsten Emissionsanteilen das Verarbeitende Gewerbe, die Energieversorgung sowie Verkehr und Lagerei (vgl. Abbildung 2). Auf diese Bereiche entfallen knapp 60% der gesamten Emissionen. Dabei ist insbesondere die Produktion in der Energiewirtschaft in Relation zur Bruttowertschöpfung besonders emissionsintensiv (vgl. Abbildung 3). Im Zuge von Effizienzgewinnen etwa durch den weiteren Zubau von regenerativen Energien verringern sich die Emissionen dort bis 2050 um etwa ein Drittel. Die Emissionsintensität im Wirtschaftszweig Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft ist auffallend hoch und zeigte bisher kaum einen Abwärtstrend. Auch bei den privaten Haushalten gehen die Emissionen bislang nur langsam zurück.

Abbildung 3
Emissionsintensitäten

Millionen Tonnen Treibhausgas je Mrd. Euro Bruttowertschöpfung



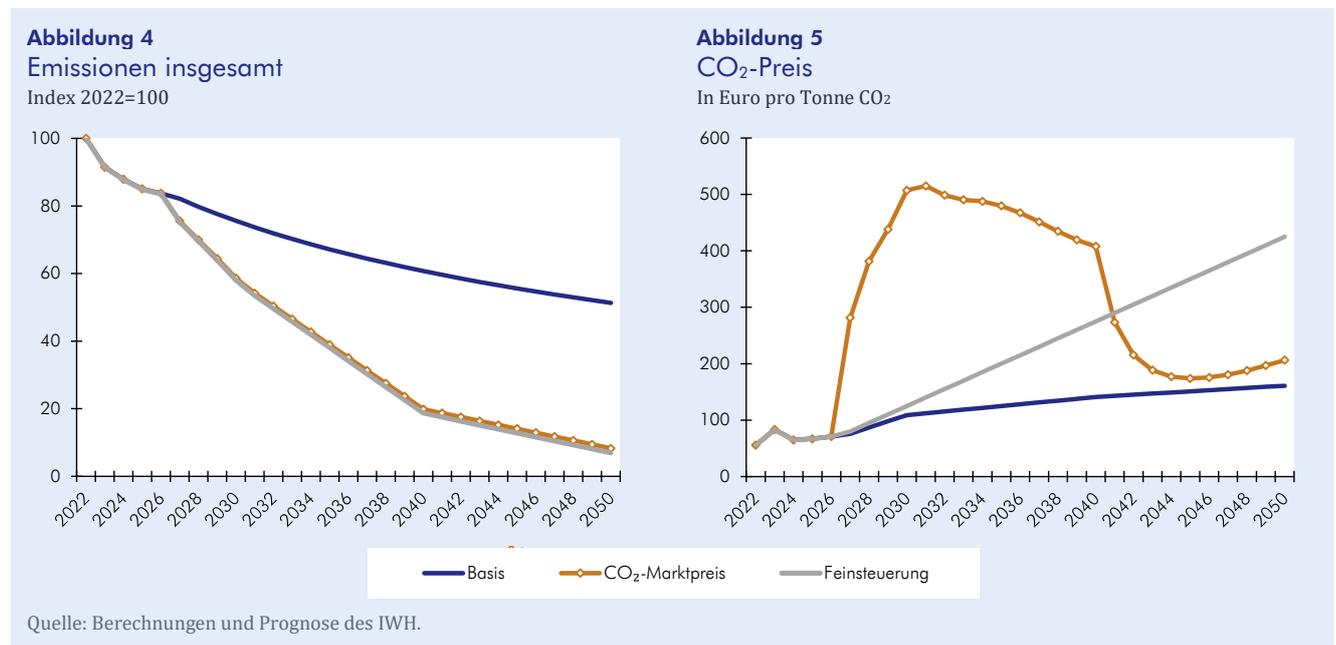
Quellen: Statistisches Bundesamt; Umweltbundesamt; Berechnungen des IWH.

Insgesamt ist mittelfristig mit leicht sinkenden Treibhausgasemissionen zu rechnen. Allerdings dürfte der von der Politik angestrebte lineare Pfad hin zur Klimaneutralität zumindest bis zum Jahr 2050 deutlich verfehlt werden, wenn keine weiteren Maßnahmen zur Minderung der Emissionen ergriffen werden.

Klimapolitische Szenarien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität

In diesem Abschnitt werden die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer Emissionsreduktion, die zu Nettotreibhausgasneutralität bis zum Jahr 2050 führt (vgl. Abbildung 4), in zwei Alternativszenarien analysiert: dem Emissionsmengen-Feinstuerungsszenario (Feinstuerung) und dem CO₂-Marktpreis-Szenario. Die beiden Alternativszenarien werden mit der oben dargestellten Basisprojektion als Basisszenario verglichen. Als Grundlage dient ein makroökonomisches Wachstumsmodell, in dem Energie ein separater Produktionsfaktor ist und zwischen CO₂-neutraler und fossiler Energie unterschieden wird (vgl. Kasten 3).

Basisszenario: Es beschreibt die gesamtwirtschaftliche Entwicklung bis zum Jahr 2050 unter den angenommenen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen. In diesem Szenario wird der CO₂-Preis im EU-Emissionshandel (EU-ETS) zwischen 2025 und 2050 von aktuell etwa 80 Euro auf 160 Euro pro Tonne steigen, wie auch im Projektionsbericht der Bundesregierung 2023 erwartet (vgl. Abbildung 5).¹⁰



Emissionsmengen-Feinstuerungsszenario: Dieses Szenario bildet einen Emissionsreduktionspfad mit den im Klimaschutzgesetz definierten Zwischenzielen ab. Hierbei wird angenommen, dass neben marktbasierter Instrumenten wie dem CO₂-Emissionshandel auch nicht marktbasierter Maßnahmen (z. B. Verordnungen, Normen und Standardisierungen) genutzt werden, um die Emissionsziele zu erreichen, ohne dass der CO₂-Preis eine bestimmte politisch gesetzte Obergrenze übersteigt. Diese Obergrenze wird den Preisprojektionen des Brennstoff-Emissionshandelsgesetzes (BEHG) entnommen. Dies beruht auf der Annahme, dass Arbitrage zwischen dem nationalen und dem EU-Emissionshandel zu einer Angleichung der Preise führt.

CO₂-Marktpreis-Szenario: Basierend auf dem Sechs-Punkte-Plan von Groppe und Holtemöller (2024) wird ein Szenario untersucht, das ausschließlich auf den CO₂-Emissionshandel mit europaweit sinkender Mengenbeschränkung setzt.¹¹ Zusätzliche nicht marktbasierter Mechanismen kommen nicht zum Einsatz. Es wird weiterhin angenommen, dass Klimazölle eingeführt werden, die die negativen Effekte von asymmetrischen CO₂-Preisen in der EU auf die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie reduzieren, und sich der Außenbeitrag primär durch eine reduzierte Importmenge fossiler Energieträger ändert. Die CO₂-Preise ergeben sich in diesem Szenario ausschließlich aus Angebot und Nachfrage bei einer festgelegten Menge an Emissionszertifikaten. Die Preise steigen demnach bereits in den kommenden 5 Jahren auf über 500 Euro pro Tonne und sinken anschließend wieder.

¹⁰ Umweltbundesamt: [Projektionsbericht 2023 für Deutschland](#), 2023.

¹¹ Vgl. Groppe, R.; Holtemöller, O.: Sechs Punkte für eine effiziente grüne Transformation. [IWH Policy Notes 2/2024](#), Halle 2024.

Gegenüber dem Emissionsmengen-Feinstuerungsszenario, in dem nicht marktbasierende Maßnahmen wie Verordnungen oder Normen die Nachfrage nach Emissionsrechten verringern und dadurch zu moderateren Preisanstiegen führen, zeigt das CO₂-Marktpreis-Szenario eine dynamischere Entwicklung der Preise, die stärkere Anreize für Investitionen und Emissionsreduktionen setzt.

Der langsamere Anstieg des CO₂-Preises im Emissionsmengen-Feinstuerungsszenario geht mit niedrigeren Investitionen in energiesparende Technologien als im Marktpreisszenario einher. Langfristig trägt der Ausbau CO₂-freier Energiequellen zwar zu einer Senkung der Energiepreise bei, doch höhere Energiepreise sind ein entscheidender Treiber für verstärkte Energieeinsparungen. Es wird angenommen, dass ein Energiepreisanstieg von 10% innerhalb von drei Jahren die Energieeffizienz um 0,5% erhöht.¹²

Der Ausbau CO₂-freier Technologien führt zudem zu signifikanten Lerneffekten. So erhöht eine Verdopplung der Produktion erneuerbarer Energien die Produktivität neuer Anlagen um etwa 20%.¹³ Im CO₂-Marktpreis-Szenario bewirken temporär höhere Energiepreise langfristig eine Verfünffachung der CO₂-freien Energieproduktion, was zu einem deutlichen Anstieg der Investitionen führt.

Der moderatere Anstieg der Energiepreise im Feinstuerungsszenario wirkt sich hemmend auf den Ausbau CO₂-freier Energien aus, da die geringeren Energiepreise weniger Anreize für Investitionen schaffen (vgl. Abbildung 6). Gleichzeitig verzögert der langsamer steigende Energiepreis die Implementierung energieeffizienter Maßnahmen und damit den Fortschritt bei der Reduktion von Emissionen (vgl. Abbildung 7).

Ein beschleunigter Ausbau von CO₂-freien Energien im CO₂-Marktpreis-Szenario trägt dazu bei, die negativen Auswirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt bis zum Jahr 2050 im Vergleich zu einem Szenario mit nicht marktbasierenden Maßnahmen zu verringern (vgl. Abbildung 8). Im CO₂-Marktpreis-Szenario, das auf marktwirtschaftliche Instrumente wie den CO₂-Emissionshandel setzt, bleibt der private Konsum bis in die zweite Hälfte der 2030er Jahre weitgehend stabil, bevor er aufgrund temporär höherer Energiepreise leicht zurückgeht. Im Feinstuerungsszenario hingegen wirken sich regulatorische Maßnahmen, wie Verordnungen, früher und stärker auf den privaten Konsum aus, da diese Maßnahmen zusätzliche Belastungen für Haushalte und Unternehmen mit sich bringen. Allerdings führt die verlangsamte Emissionsreduktionsgeschwindigkeit ab dem Jahr 2040 dazu, dass Produktion und Konsum relativ zum Basisszenario wieder zunehmen.

Die höheren CO₂-Preise führen zu einem Anstieg der Staatseinnahmen, was sich in einem erhöhten Staatskonsum niederschlägt. Die Einnahmen aus dem CO₂-Handel steigen von derzeit etwa 0,5% in Relation zum Bruttoinlandsprodukt auf etwa 1,5% in der Mitte der 2030er Jahre. In den analysierten Szenarien wird angenommen, dass die EU-Fiskalregeln in Bezug auf den Finanzierungssaldo eingehalten werden. Der öffentliche Schuldenstand fällt in keinem der betrachteten Szenarien unter 60% des nominalen Bruttoinlandsprodukts (vgl. Abbildung 9). Die grüne Transformation wird voraussichtlich zu einem kleinen Anstieg des öffentlichen Schuldenstandes bis 2050 führen, obwohl die Regeln zur Neuverschuldung eingehalten werden. Wesentlich für diese Entwicklung ist die geringere Wachstumsrate des nominalen Bruttoinlandsprodukts. Der geringe Unterschied im Schuldenstand zwischen dem Emissionsmengen-Feinstuerungsszenario und dem CO₂-Marktpreis-Szenario, trotz einer deutlich unterschiedlichen Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts, ist auf die ähnliche Entwicklung des nominalen Bruttoinlandsprodukts zurückzuführen. Im politischen Szenario führt die verringerte reale Verfügbarkeit von Gütern zu einem stärkeren Preisanstieg im Vergleich zum Effizienz-Szenario, was die Unterschiede zwischen den Szenarien relativiert.

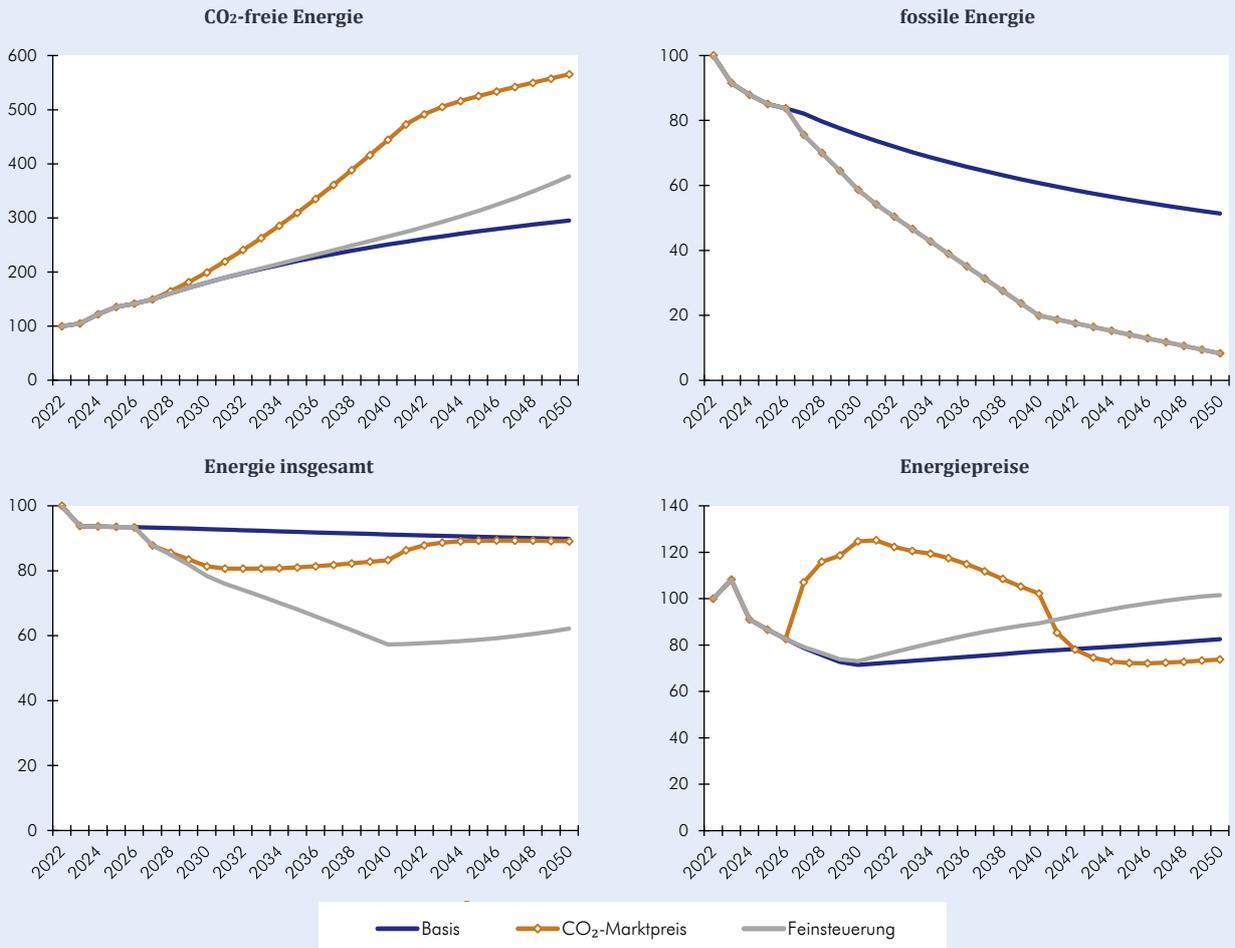
Ein entscheidender Faktor für die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts ist die Substituierbarkeit zwischen Energie auf der einen und Arbeit und Kapital auf der anderen Seite.¹⁴ Schätzungen hierzu weisen eine große Bandbreite auf. Reduziert man die Substitutionselastizität um 50%, verdoppeln sich die negativen Effekte auf das Bruttoinlandsprodukt im Feinstuerungsszenario gegenüber dem Marktpreisszenario (vgl. Abbildung A1). Der Hauptgrund hierfür liegt im fehlenden Anreiz für energiesparenden technischen Fortschritt.

¹² Vgl. *Känzig, D. R.*: The Uneven Economic Consequences of Carbon Pricing, [ECB Working Paper No. 2984](#). European Central Bank, 2024. Negative Effekte auf die Produktivität von Arbeit und Kapital durch höhere Energiepreise werden nicht berücksichtigt.

¹³ Vgl. *Fraunhofer ISE*: [Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies](#), June 2021.

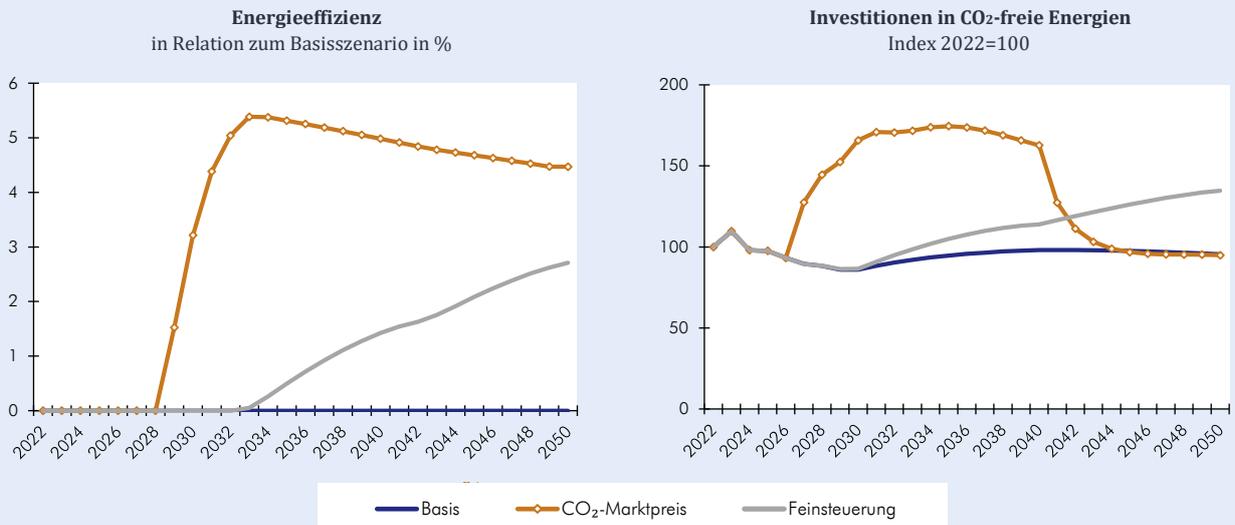
¹⁴ Vgl. *Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose*: [Kaufkraft kehrt zurück – Politische Unsicherheit hoch](#), Herbst 2023, Kiel, 2023.

Abbildung 6
Effekte auf die Energiemengen und Energiepreise
Index 2022=100



Quelle: Berechnungen und Prognose des IWH.

Abbildung 7
Energieeffizienz und Investitionen



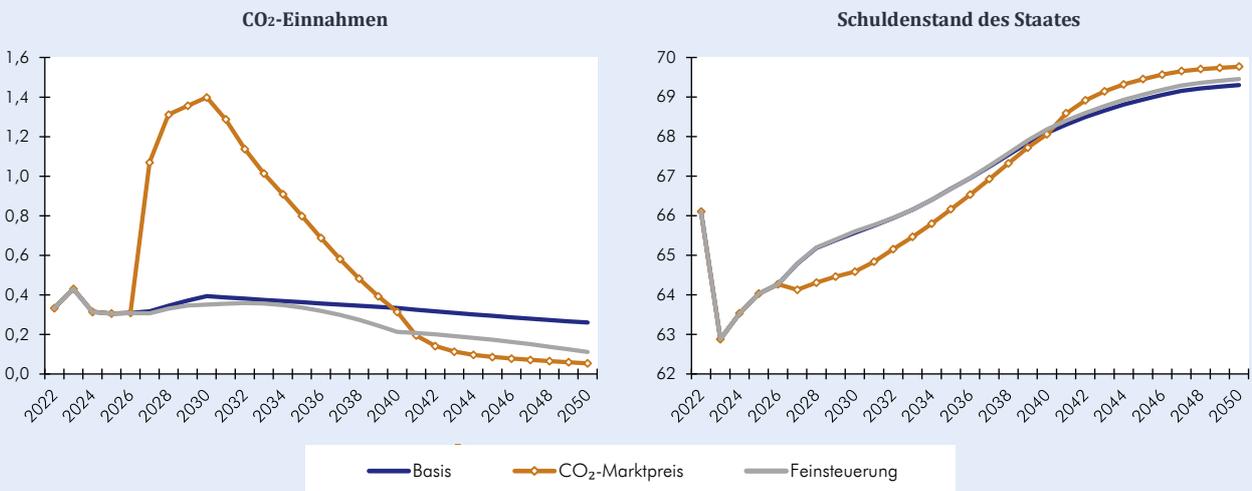
Quelle: Berechnungen und Prognose des IWH.

Abbildung 8
Effekte auf die Komponenten des Bruttoinlandsproduktes
 In Relation zum Basisszenario in %



Quelle: Berechnungen und Prognose des IWH.

Abbildung 9
CO₂-Einnahmen und öffentlicher Schuldenstand in Relation zum Bruttoinlandsprodukt
 In %



Quelle: Berechnungen und Prognose des IWH.

Kasten 3**Makroökonomisches Modell**

Die Simulationsrechnungen basieren auf einem rekursiven Wachstumsmodell, welches den Ansatz aus dem Jahresausblick 2024 des IWH um einen CO₂-Zertifikate-Handel mit einer exogen vorgegebenen Menge an CO₂-Zertifikaten ($CAP_t^{CO_2}$) und ein sich aus Nachfrage und Angebot ergebender CO₂-Preis ($P_t^{CO_2}$) erweitert. Weiterhin wird ein dynamischer Zusammenhang zwischen Energiepreisen (P_t^E) und Energieeffizienz (AE_t) berücksichtigt.

$$AE_t = AE_{t-1} \left(1 + \left(\sum_{\tau}^3 \kappa_{\tau}^{AE} \frac{P_{t-\tau}^E}{P_{t-\tau-1}^E} \right) + \eta_t^{AE} \right)$$

Die Koeffizienten werden basierend auf Känzig (2024) so kalibriert, dass ein Energiepreisanstieg von 10% nach drei Jahren einen Anstieg der Energieeffizienz von 0,5% verursacht. Erneuerbare Energien EC_t werden mit Hilfe von Kapital (KC_t) und Arbeit (LC_t) hergestellt. Kapital und Arbeit können nicht substituiert werden, variieren aber in Ihrer Produktivität (ACK_t, ACL_t). Die durchschnittliche Kapitalproduktivität steigt durch Lerneffekte mit der produzierten Menge CO₂-freier Energien.

$$ACK_{t+1} = ACK_t (1 - w_t^{KC}) + w_t^{KC} \left(\eta_t^{ACK} + \kappa_t^{ACK} \frac{EC_t}{EC_{t_0}} \right),$$

$$w_t^{KC} = \frac{IC_t}{KC_{t+1}}.$$

Die Lernrate (κ_t^{ACK}) gibt an um wie viel die Kapitalproduktivität neuer Anlagen steigt, wenn sich die produzierte Menge von erneuerbaren Energien verdoppelt. Fraunhofer (2021) gehen von einer Lernrate von 20% aus (vgl. Tabelle K3). Die Investitionsentscheidung wird unter klassischen Annahmen bezüglich der Nutzenmaximierung eines repräsentativen Haushaltes mit myopischen Erwartungen hergeleitet. Der Preis für erneuerbare Investitionen steigt mit höheren Investitionsvolumen.

$$IC_t = IC_0 \cdot \left(\frac{\beta \cdot RC_t - a_{EC}}{c_{EC}} \right),$$

Die Investitionen in erneuerbare Energien steigen mit der Kapitalrendite (RC_t) CO₂-freier Technologien, welche der marginalen Kapitalproduktivität entspricht. Die marginale Kapitalproduktivität leitet sich ab aus der Gewinnmaximierung CO₂-freier Energieproduzenten.

$$\max_{KC_t, LC_t} PEC_t EC_t - RC_t KC_t - WC_t LC_t,$$

$$EC_t = \min(ACK_t \cdot KC_t, ACL_t \cdot LC_t).$$

Unter der Bedingung, dass Produktionsfaktoren nicht unnötig eingesetzt werden, ergibt sich folgender Ausdruck für die Rendite von Kapital eingesetzt in der Produktion für CO₂-freie Energie.

$$RC_t = PEC_t ACK_t - WC_t \frac{ACK_t}{ACL_t}.$$

Die Rendite für Kapital aus CO₂-freier Produktion steigt mit höheren Energiepreisen PE_t , höherer Kapitalproduktivität (ACK_t), Arbeitsproduktivität (ACL_t) und fällt mit höheren Löhnen (WC_t).

Das Optimierungsproblem für fossile Energien unterscheidet sich durch die Nutzung von importierter fossiler Energie ($EDIM_t$), welche zu Weltmarktpreisen ($PEDIM_t$) eingekauft werden. Außerdem, müssen fossile Energieproduzenten für jede ausgestoßene Tonne CO₂ ein Zertifikat erwerben.

$$\max_{KC_t, LC_t} PED_t ED_t - RD_t KD_t - WD_t LD_t - PEDIM_t EDIM_t - PCO_{2,t} CO_{2,t},$$

Der CO₂-Preis stellt sicher, dass die Null-Gewinn Bedingung hält und es keinen Anreiz gibt mehr fossile Energien zu produzieren.

Energie (E_t) wird zusammen mit Kapital ($K1_t$) und Arbeit ($L1_t$) kombiniert um Dienstleistungen und Güter für Investitionen (I_t), privaten Konsum (C_t), dem Außenhandel (NX_t) und den öffentlichen Sektor bereit zustellen

(G_t). Eine Vielzahl repräsentativer Firmen maximiert Ihre Gewinne unter perfektem Wettbewerb.

$$\begin{aligned} & \max_{K1_t, L1_t, EC_t, ED_t} PY_t Y_t - R1_t K1_t - W1_t L1_t - PED_t ED_t - PEC_t EC_t, \\ & s. t. Y_t = \left((1 - \gamma)(A1_t K G_t^\zeta K1_t^\alpha L1_t^{1-\alpha})^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + \gamma(AE_t E_t)^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}, \\ & E_t = \left((1 - \omega^c) ED_t^{\frac{\sigma^c-1}{\sigma^c}} + \omega^c EC_t^{\frac{\sigma^c-1}{\sigma^c}} \right)^{\frac{\sigma^c}{\sigma^c-1}}, \\ & ED_t \kappa^{CO_2} \leq CAP_t^{CO_2}. \end{aligned}$$

Gewinne werden maximiert unter der Nebenbedingung, dass die damit verbundenen CO₂-Emissionen nicht die vorgegebene Menge an CO₂-Zertifikaten überschreiten. Im CO₂-Marktpreis-Szenario führt die Erhöhung des CO₂-Preises zur Erhöhung der Energiepreise und zur Einhaltung dieser Nebenbedingung, während im Feinsteuerszenario die Begrenzung des CO₂-Preises weiter nicht marktbasierete Maßnahmen notwendig macht. Für den Fall, dass die Energiepreise nicht stark genug steigen repräsentiert eine Schlupfvariable (μ_t^D) den Wert einer Lockerung des CO₂-Deckels für die Firma.

$$PED_t = PE_t (1 - \omega^c) \left(\frac{E}{ED_t} \right)^{\frac{1}{\sigma^c}} + \mu_t^D \kappa^{CO_2}.$$

Eine Feinsteuering führt zu einer suboptimalen Verwendung von fossiler Energie und somit zu einer Abweichung des Grenzproduktes von Energie zu seinem jeweiligen Marktpreis. Gleichzeitig muss die Null-Gewinn Bedingung halten.

$$PY_t Y_t = PED_t ED_t + PEC_t EC_t + R1_t K1_t + W1_t L1_t.$$

Eine CO₂-Preis-Obergrenze reduziert den Kostendruck für die Unternehmen. Diese sind ohne den energie-sparenden technischen Fortschritt weniger produktiv. Die geringere Produktionsmenge führt ceteris paribus zu höheren Durchschnittspreisen.

Tabelle K3
Kalibrierung des Modells

Parameter/Initialisierung	Wert	Quelle	
Kapitalanteil:	α	0,35	GD FJ 2023 ¹
	γ	0,05	Statistisches Bundesamt
	ζ	0,1	Drygalla et al. (2020) ²
	σ	0,2	DIW Wochenbericht 2023 ³
Energieimporte:	$\frac{PE(im_1^E E_1^C + im_1^D E_1^D)}{BIP_1}$	3%	Statistisches Bundesamt
Arbeits- und Kapitalverteilung:	$\frac{l_1^C}{L_1}, \frac{l_1^D}{L_1}, \frac{k_1^C}{K_1}, \frac{k_1^D}{K_1}, \frac{k_1^E}{K_1}$	0,2%; 0,6%; 1,4%; 0,8%; 13%	Statistisches Bundesamt; Berechnungen des IWH
Investitionsquoten:	$s = \frac{i_1}{BIP_1}, s^{I^G} = \frac{i_1^G}{BIP_1}$	22,1%; 3%	Statistisches Bundesamt
Abschreibungsraten:	d^{NE}, d^C, d^D, d^G	2,6%; 5%; 2%, 2,6%	Statistisches Bundesamt u. Fraunhofer ISE (2021) ⁴
Lernrate Kapitalproduktivität CO ₂ -freier Energien		20%	Fraunhofer (2021) ⁴
Energieeffizienzpreiselastizität ($\kappa_{1, \dots, 3}^{AE}$)		5/300, 5/200, 5/100	Känzig (2024) ⁵
Substituierbarkeit CO ₂ -freier versus fossiler Energien σ^c		10 (perfekte Substitute)	IWH (2023) ⁶

¹ Projektgruppe Gemeinschaftsdiagnose: Klimaschutz ohne Produktionseinbußen: Die Rolle energiesparenden technischen Fortschritts, in: Hintergrundpapier zum Schwerpunktthema, Frühjahr 2023. – ² Drygalla, A.; Holtemöller, O.; Kiesel, K.: The effects of fiscal policy in an estimated DSGE model—The case of the German stimulus packages during the Great Recession, *Macroeconomic Dynamics*, 24(6), 2020, 1315–1345. – ³ Bönke, T.; et al.: DIW-Konjunkturprognose: Deutschland hinkt der Weltwirtschaft hinterher, in: DIW Wochenbericht, Nr. 36/37, 471–503, 2023. – ⁴ Fraunhofer ISE: (2021), a.a.O. – ⁵ Känzig (2024), a.a.O. – ⁶ Arbeitskreis Konjunktur des IWH: Grüne Transformation und Schuldenbremse: Implikationen zusätzlicher Investitionen für öffentliche Finanzen und privaten Konsum, in: Konjunktur aktuell, Jg. 11 (4), 2023.

Fazit

Das Klimaschutzgesetz gibt vor, bis wann und mit welchen Zwischenschritten die Dekarbonisierung in Deutschland erfolgen soll. Ob der zeitliche Zielhorizont gesamtgesellschaftlich sinnvoll ist oder nicht, soll hier nicht infrage gestellt werden. Doch auch wenn man die zeitlichen Vorgaben als gegeben annimmt, verbleibt Entscheidungsspielraum bezüglich der konkreten Maßnahmen zur Zielerreichung. Die deutsche Politik war bislang darauf ausgerichtet, die Emissionsreduktion durch die staatliche Regulierung einzelner Bereiche zu erreichen. Ökonomisch effizient wäre es hingegen, den Preismechanismus zu nutzen, indem die Treibhausgasemissionen mengenmäßig beschränkt werden und Emissionsrechte sektorübergreifend käuflich erworben werden müssen. Die Politik scheut allerdings den damit verbundenen höheren Preis für fossile Energien. Unsere Simulation zeigt, dass dies gesamtwirtschaftlich ungünstig ist. Eine stärkere Preiserhöhung für fossile Energieträger durch CO₂-Preise würde Investitionen in Forschung und Entwicklung auslösen und zu einem schnelleren energiesparenden technischen Fortschritt führen, etwa so wie in den 1970er Jahren nach den Ölpreisschocks. Unsere Berechnungen zeigen, dass der zur Erreichung der Emissionsziele erforderliche gesamtwirtschaftliche Konsumverzicht deutlich geringer ausfällt, wenn mit dem CO₂-Preis ein marktwirtschaftliches Instrument zur Erreichung der Emissionsreduktionsziele genutzt würde statt auf Regulierung und Detailvorschriften zu setzen. Dennoch werden auch bei effizienter marktwirtschaftlicher Implementierung dämpfende Effekte weitergehender Maßnahmen zur Erreichung der gesetzlichen Ziele auf das Bruttoinlandsprodukt nicht gänzlich ausbleiben. Dies hat auch Konsequenzen für die Einhaltung der europäischen Schuldenregeln, denn diese fokussieren seit ihrer Reform im Jahr 2024 stärker auf die Schuldenquote. Und diese fällt *ceteris paribus* höher aus, wenn das Bruttoinlandsprodukt im Nenner der Quote geringer ist.

Anhang

Tabelle A1

Produktionspotenzial und seine Determinanten nach EU- und nach modifizierter EU-Methode

Jahresdurchschnittliche Veränderung in %¹

	1996 – 2023 ²	EU-Methode		Modifizierte EU-Methode (MODEM)		
		1996 – 2023	2023 – 2029	1996 – 2023	2023 – 2029	2023 – 2050
Produktionspotenzial	1,3	1,2	0,6	1,2	0,3	0,3
Kapitalstock	1,5 (0,5)	1,5 (0,5)	0,8 (0,3)	1,5 (0,5)	0,8 (0,3)	0,8 (0,3)
TFP	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,4 (0,4)	0,6 (0,6)	0,2 (0,2)	0,3 (0,3)
Arbeitsvolumen	0,2 (0,2)	0,2 (0,1)	-0,1 (-0,1)	0,2 (0,1)	-0,3 (-0,2)	-0,3 (-0,2)
Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,2
Partizipationsquote	0,5	0,5	0,3	0,5	0,0	0,1
Erwerbslosenquote	0,2	0,2	-0,1	0,2	0,0	0,0
durchschnittliche Arbeitszeit	-0,5	-0,5	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2
nachrichtlich:						
Arbeitsproduktivität	1,0	1,0	0,7	1,0	0,7	0,6

¹ Differenzen in den aggregierten Werten ergeben sich durch Rundung. In Klammern: Wachstumsbeiträge. – ² Tatsächliche Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts und seiner Determinanten.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen und Projektionen des IWH.

Tabelle A2

Verwendung des nominalen Bruttoinlandsprodukts

Jahr	Bruttoinlandsprodukt ¹	Konsumausgaben		Bruttoinvestitionen			Außenbeitrag
		private Haushalte	Staat	insgesamt	Bruttoanlageinvestitionen	Vorratsveränderung	
in Mrd. Euro							
2017	3 331,1	1 753,8	658,0	683,3	671,1	12,2	236,0
2023	4 185,6	2 205,6	905,2	907,1	899,9	7,2	167,7
2029	4 855	2 553	1 088	1 055	1 044	11	159
2050	7 523	3 983	1 696	1 597	1 591	6	247
Anteile am BIP in % ²							
2017	100	52,6	19,8	20,5	20,1	0,4	7,1
2023	100	52,7	21,63	21,7	21,5	0,2	4,0
2029	100	52½	22½	21¾	21½	¼	3¼
2050	100	53	22½	21¼	21¼	0	3¼
Veränderung insgesamt in %							
2022/2017	25,7	25,8	37,6	32,8	34,1	–	–
2029/2023	16	15¾	20¼	16¼	16	–	–
2050/2023	79¾	80½	87¼	76¼	76¾	–	–
jahresdurchschnittliche Veränderung in %							
2022/2017	3,9	3,9	5,5	4,8	5,0	–	–
2029/2023	2½	2½	3	2½	2½	–	–
2050/2023	2¼	2¼	2¼	2¼	2¼	–	–

¹ Datenstand für die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist November 2024. – ² Differenzen in den aggregierten Werten durch Rundung.

Anmerkung: Für gewöhnlich beträgt der Projektionshorizont mit Rahmen der IWH Mittelfrist 6 Jahre, daher ist das Jahr 2029 explizit ausgewiesen.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen und Projektion des IWH.

Tabelle A3
Erwerbstätige, Produktivität und Wirtschaftswachstum

Jahr	Erwerbstätige (Inland)	beschäftigte Arbeitnehmer (Inland)	Arbeitszeit je Erwerbs- tätigen	Bruttoinlandsprodukt ¹				
				preisbereinigt, verkettete Volumenwerte			in jeweiligen Preisen	Deflator
				insgesamt	je Erwerbs- tätigen	je Erwerbs- tätigenstunde		
				Millionen	Stunden	Mrd. Euro	Euro	
2017	44 290	39 997	1 388	3 522	79 531	57,3	3 331	95
2023	46 011	42 163	1 335	3 616	78 580	58,8	4 186	116
2029	45 947	42 295	1 317	3 706	80 656	61	4 855	131
2050	44 612	41 937	1 276	3 978	89 172	70	7 523	189
Veränderung insgesamt in % ²								
2022/2017	3,9	5,4	-3,8	2,6	-1,2	2,7	25,7	22,4
2029/2023	0	¼	-1¼	2½	2½	4	16	13¼
2050/2023	-3	-½	-4½	10	13½	18¾	79¾	63½
jahresdurchschnittliche Veränderung in %								
2022/2017	0,6	0,9	-0,65	0,4	-0,2	0,4	3,9	3,4
2029/2023	0	0	-¼	½	½	½	2½	2
2050/2023	-¼	0	-¼	½	½	½	2¼	1¾

¹ Datenstand für die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist November 2024. – ² Differenzen in den aggregierten Werten durch Rundung.

Anmerkung: Für gewöhnlich beträgt der Projektionshorizont mit Rahmen der IWH Mittelfrist 6 Jahre, daher ist das Jahr 2029 explizit ausgewiesen.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen und Projektion des IWH.

Tabelle A4
Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen

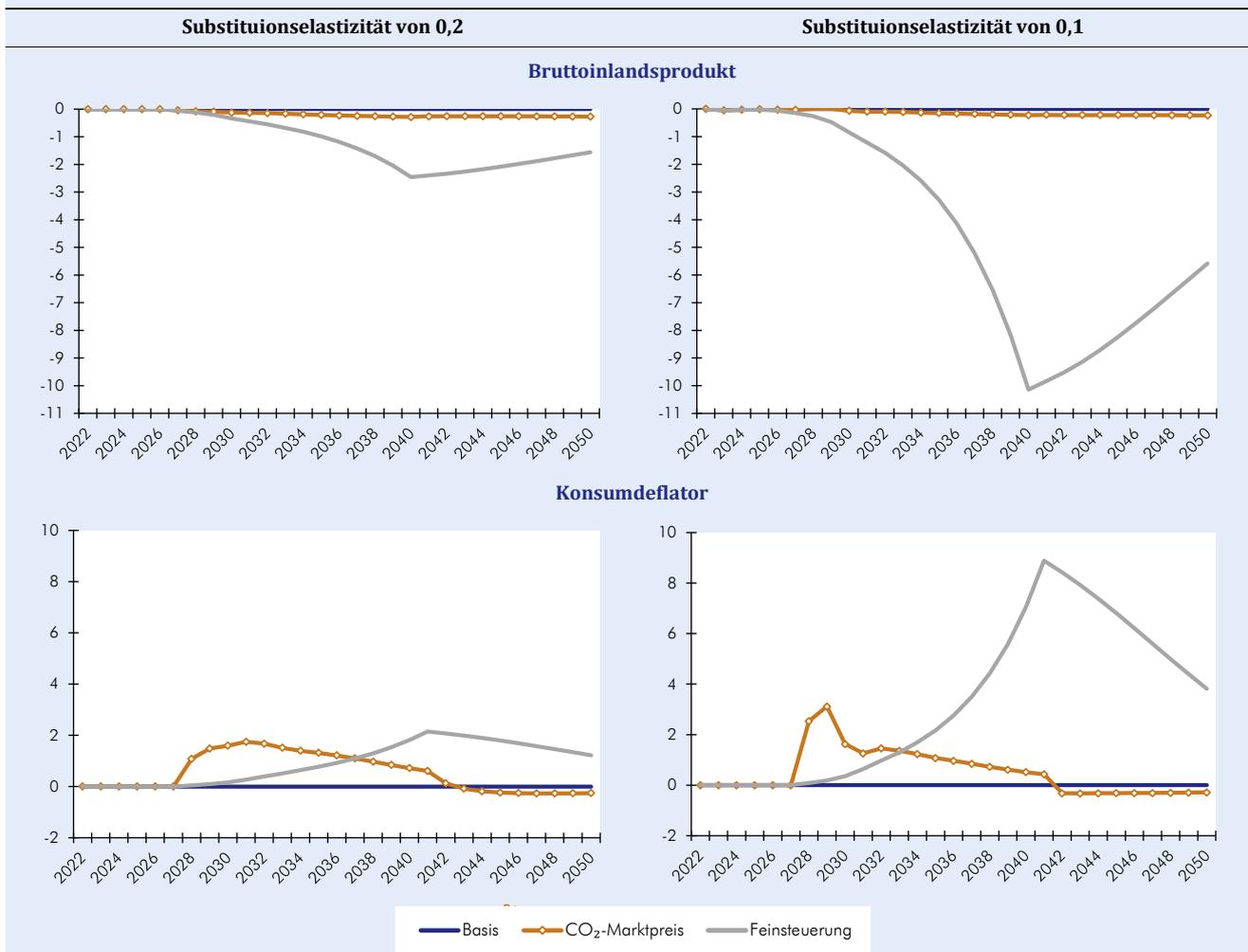
Jahr	Bruttowertschöpfung ¹ (BWS)	Produzierendes Gewerbe	Verarbeitendes Gewerbe	Baugewerbe	Dienstleistungs- bereiche
in Mrd. Euro					
2017	3 177,2	931,4	701,2	155,3	2 219,2
2023	3 283,0	877,5	709,5	132,7	2 376,6
2029	3 177,2	931,4	701,2	155,3	2 219,2
2050	3 354	831	677	125	2 493
Anteile an der BWS in % ²					
2017	100	29,1	21,9	5,0	70,1
2023	100	26,9	21,5	4,1	72,2
2029	100	24,3	19,8	3,7	74,8
2050	100	20¾	17	3¼	78¼
Veränderung insgesamt in %					
2023/2017	3,3	-5,8	1,2	-14,6	7,1
2029/2023	2¼	-5¼	-4½	-5½	5
2050/2023	10	-14¼	-13½	-14½	19
jahresdurchschnittliche Veränderung in %					
2023/2017	0,5	-1,0	0,2	-2,6	1,1
2029/2023	¼	-1	-¾	-1	¾
2050/2023	¼	-½	-½	-½	¾

¹ Datenstand für die Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ist November 2024. – ² Differenzen in den aggregierten Werten durch Rundung.

Anmerkung: Für gewöhnlich beträgt der Projektionshorizont mit Rahmen der IWH Mittelfrist 6 Jahre, daher ist das Jahr 2029 explizit ausgewiesen.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Berechnungen und Projektion des IWH.

Abbildung A1
Sensitivitätsanalyse: Substitutionselastizität zwischen Energie versus Arbeit und Kapital
 In Relation zum Basisszenario in %



Quelle: Berechnungen und Prognose des IWH.