

Pilotprojekt: Integration eines Klimamoduls in die langfristige Budgetprognose

Endbericht



PILOTPROJEKT: INTEGRATION EINES KLIMAMODULS IN DIE LANGFRISTIGE BUDGETPROGNOSE

Endbericht

Bernd Gugele
Thomas Krutzler
Michael Miess
Johanna Vogel

REPORT
REP-0837

WIEN 2022

Projektleitung Bernd Gugele

AutorInnen Thomas Krutzler
Michael Miess
Johanna Vogel

Lektorat Ira Mollay

Satz/Layout Thomas Lössl

Umschlagfoto © Umweltbundesamt/B. Gröger

Auftraggeber Bundesministerium für Finanzen

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
<https://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2022

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-666-1

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	4
SUMMARY	9
1 EINLEITUNG	14
2 ANNAHMEN.....	17
2.1 Sektorübergreifende Parameter.....	17
2.2 Sektorspezifische Annahmen im Basisszenario	19
2.3 Sektorspezifische Annahmen im Aktivitätsszenario	21
3 ERGEBNISSE	24
3.1 THG-Emissionen.....	24
3.2 Endenergieverbrauch und Stromproduktion	26
3.3 Makroökonomische Ergebnisse	28
4 AUSBLICK.....	34

ZUSAMMENFASSUNG

Das Bundesministerium für Finanzen (BMF) erstellt alle drei Jahre eine langfristige Budgetprognose. Im vorliegenden Pilotprojekt wurden im Auftrag des BMF und in enger Abstimmung mit demselben langfristige Treibhausgas (THG)-Emissionsszenarien als Input für die österreichische langfristige Budgetprognose 2022 erstellt. Neben Szenarien für die energetischen Emissionen wurden mit dem MIO-ES-Modell des Umweltbundesamts auch makroökonomische Wirkungen und Wechselwirkungen mit dem Staatshaushalt analysiert. Die MIO-ES-Szenarien wurden ergänzt mit bestehenden nicht-energetischen THG-Szenarien des Umweltbundesamts (z. B. für Landwirtschaft, Abfall). Es wurden zwei Szenarien gerechnet, ein Basisszenario und ein Aktivitätsszenario. Für die Szenarien wurden aktuelle Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und weiterführende Annahmen getroffen. Die verwendeten Szenarien entsprechen daher nicht den Szenarien, die Österreich im Rahmen des EU-THG-Monitoring-Mechanismus alle zwei Jahre an die Europäische Kommission übermitteln muss.

Im Basisszenario wurden u. a. folgende wesentlichen Maßnahmen berücksichtigt: die CO₂-Bepreisung laut Nationalem Emissionszertifikatehandelsgesetz (NEHG 2022), das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG), das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG) sowie die im Bundesfinanzrahmengesetz (BFRG 2023–2036) ausgewiesenen Förderungen und Investitionen. Für die nicht-energetischen THG-Emissionen wurden WEM-Szenarien („With Existing Measures“) aus dem letzten österreichischen Szenarienbericht an die Europäische Kommission aus dem Jahr 2021 herangezogen.

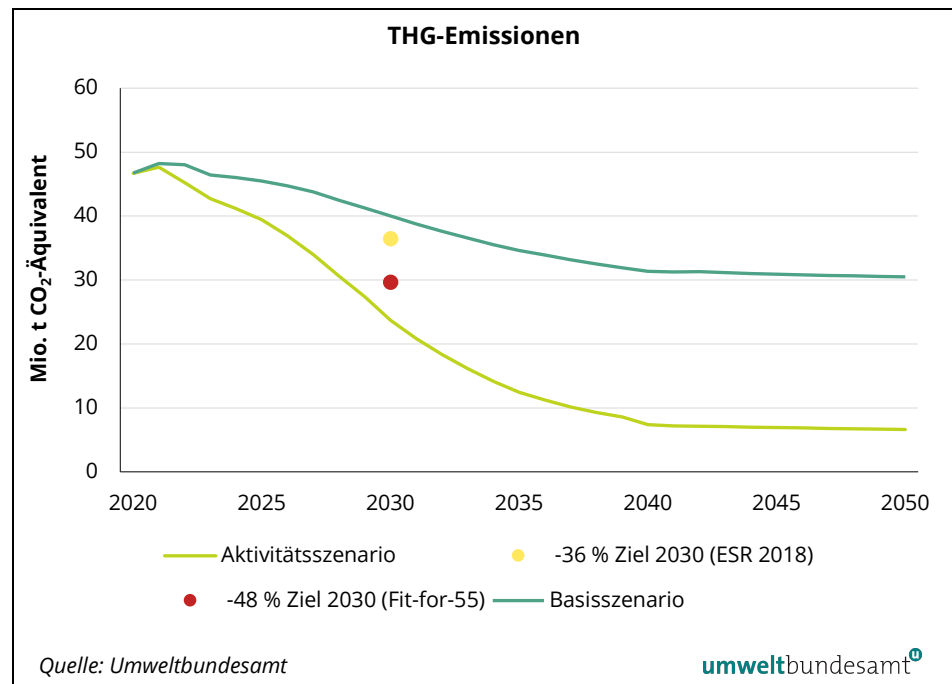
Für die beiden größten ESR-Sektoren (Verkehr und Gebäude) basiert das Aktivitätsszenario auf vorliegenden Studien: "Transition Mobility 2040" für Verkehr und "Wärmezukunft Gebäude 2050" für Gebäude. Weiters ist im Aktivitätsszenario ein höherer Pfad der CO₂-Bepreisung angenommen als im Basisszenario. Schließlich wurden auch im Aktivitätsszenario für nicht-energetische THG-Emissionen Ergebnisse vorliegender Szenarien aus dem letzten österreichischen Szenarienbericht an die Europäische Kommission herangezogen (WEM, WAM – "With Additional Measures"). Für zwei Sektoren (Landwirtschaft und Abfall) wurden Szenarien aus dem Klima-Zielpfadrechner des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) verwendet.

Die in diesem Projekt erstellten Emissionsszenarien sowie ausgewählte ökonomische Parameter flossen als Input in die langfristige Budgetprognose 2022 ein, welche von einem weiteren Projektpartner des BMF, dem WIFO, im DELTA-Modell berechnet wurde. Folgende Parameter aus dem MIO-ES wurden im DELTA-Modell des WIFO in die fiskalischen Berechnungen des Aktivitätsszenarios übernommen (makroökonomische Effekte im Aktivitätsszenario, im Vergleich zum Basisszenario): zusätzliches Wachstum von Wertschöpfung und Beschäftigung sowie die Veränderung der Arbeitslosenrate, Konsumpreis-inflation und Lohnentwicklungen.

Treibhausgasemissionen

Abbildung A zeigt die Szenarien der Treibhausgasemissionen für ESR-Sektoren in Relation zu den Zielen aus der Effort-Sharing-Regulation (ESR 2018) und dem verschärften Ziel, das konsistent ist mit dem Fit-for-55-Paket der EU. Im Basisszenario liegt Österreich im Jahr 2030 10,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente über dem -48 %-Ziel gegenüber 2005 (Fit-for-55-Ziel). Im Aktivitätsszenario liegt Österreich rund 6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente unter dem -48 %-Ziel, womit die unionsrechtlichen Ziele 2030 eingehalten werden können.

Abbildung A:
Szenarien der
Treibhausgasemissionen
für ESR-Sektoren.



Im Basisszenario ergeben sich wesentliche Änderungen vorwiegend in den beiden größten ESR-Sektoren Gebäude und Verkehr. Im Sektor Gebäude sinken die Emissionen bis 2040 durch die Umsetzung des EWG auf nahezu null. Im Sektor Verkehr wirkt vor allem die CO₂-Bepreisung, die im Personenverkehr den Trend zur Elektrifizierung der PKW-Flotte verstärkt und für eine Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs sorgt, sodass die Emissionen signifikant zurückgehen. Im Güterverkehr hingegen kommt es nur zu einem leichten Rückgang der Emissionen, der ebenfalls durch Elektrifizierung der Flotte bzw. Verlagerung auf die Schiene zustande kommt.

Im Aktivitätsszenario sinken die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe in allen Sektoren bis 2040 gegen null. Im Gebäudesektor sorgt die Umsetzung des EWG für eine Reduktion der Emissionen auf nahezu null im Jahr 2040. Dies wird flankiert von einer Sanierungsoffensive, sodass auch der gesamte Energieverbrauch im Gebäudebereich zurückgeht. Im Verkehr kommt es durch die verstärkte Elektrifizierung der Fahrzeugflotten sowohl im Personenverkehr als auch im Güterverkehr zu nahe null fossilen Emissionen im Jahr 2040. Verbleibende fossile Verbrennungskraftmaschinen werden umgerüstet bzw. auf biogene Treibstoffe umgestellt.

Im Sektor Industrie bedingt die Umsetzung der Kreislaufwirtschaftsstrategie eine grundlegende Änderung der Struktur des produzierenden Sektors. Durch die Produktion von hochwertigen, wiederverwendbaren Produkten werden der Energiebedarf und die Prozessemissionen deutlich reduziert. Durch Elektrifizierung der Prozesse und der mobilen Maschinen und Geräte sowie der Umstellung auf erneuerbare Gase (H₂, Biomethan) werden die pyrogenen Emissionen sehr stark vermindert. Weiters sorgen Verhaltensänderungen im Konsum und steigende Preise für eine Dämpfung der Nachfrage.

Im Sektor Landwirtschaft sinken die Emissionen, weil die Nachfrage nach tierischen Produkten zurückgeht und jene nach pflanzlichen Produkten steigt.

Endenergieverbrauch und Stromproduktion

Der **Endenergieverbrauch** (EEV) geht im Aktivitätsszenario deutlich zurück, während der EEV im Basisszenario im Jahr 2050 in etwa auf dem Niveau von 2020 liegt. In beiden Szenarien nimmt der Anteil von Strom am EEV zu, wobei die Zunahme im Aktivitätsszenario noch deutlich ausgeprägter ist als im Basisszenario. Darüber hinaus ist der markante Rückgang der fossilen Energieträger Öl und Gas im Aktivitätsszenario ersichtlich. Erdölprodukte werden nach 2040 noch im Flugverkehr, in der Raffinerie und in der Industrie verwendet. Ab 2035 spielt im Aktivitätsszenario der Energieträger Wasserstoff eine bedeutende Rolle.

Was die **Stromproduktion** anbelangt, so ist in beiden Szenarien der im EAG vorgesehene Ausbaupfad erneuerbarer Stromproduktion bis 2030 abgebildet. Dabei steigt im Aktivitätsszenario die Stromproduktion bis 2035 deutlich rascher an als im Basisszenario (entsprechend der starken Stromnachfrage im Aktivitätsszenario). Bis 2030 ist der Zuwachs der Stromproduktion aus Wind und Photovoltaik (PV) in beiden Szenarien gleich; der darüberhinausgehende Strombedarf im Aktivitätsszenario wird durch fossile Produktion gedeckt, die ab 2030 sinkt. Im selben Zug kommt es im Aktivitätsszenario nach 2030 zu einem weiterhin verstärkten Ausbau von Wind und PV, sodass in diesem Szenario im Jahr 2050 100 % der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen erfolgt.

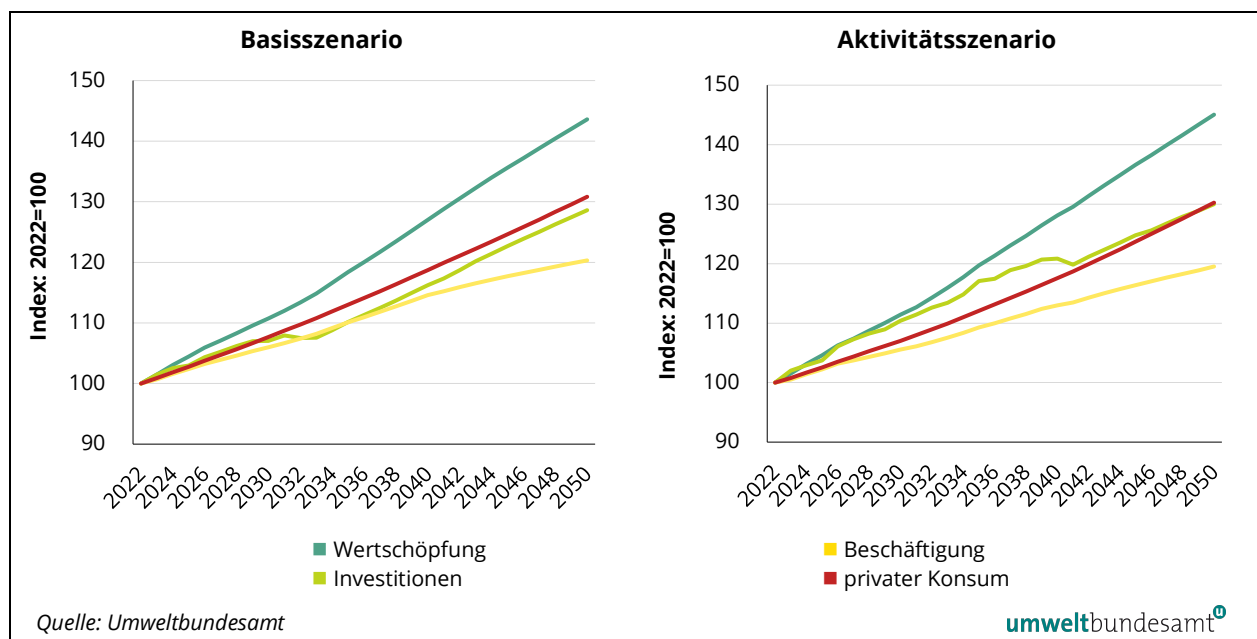
Makroökonomische Ergebnisse

Sowohl im Basisszenario als auch im Aktivitätsszenario wächst die Wirtschaft stetig und gleichmäßig (Figure B). Allerdings ergeben sich im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario erklärbare, quantitativ kumuliert teils signifikante Unterschiede in den makroökonomischen Effekten. Dies betrifft insbesondere die **Investitionen**; sie liegen im Aktivitätsszenario deutlich über jenen im Basisszenario. Hier schlagen sich die für die Transformation notwendigen Investitionen vor allem in den Bereichen erneuerbare Energieversorgung und Gebäude, aber auch in den Sektoren Verkehr und Industrie direkt nieder. Allerdings wirken prozentuelle Änderungen in den Investitionen nicht im selben prozentuellen Ausmaß auf die Wertschöpfung, da Investitionen insgesamt etwas mehr als 20 % des BIP ausmachen. Zudem muss berücksichtigt werden, dass in der Szenarien-Logik des Modells nur zusätzliche klimarelevante Investitionen

eine Wirkung auf Wertschöpfung und Beschäftigung haben. Zusätzliche klimarelevante Investitionen sind jene, die durch die Transformation ausgelöst und über Investitionen hinausgehen, die jedenfalls – auch ohne Transformation im Basisszenario – getätigt werden würden.

Insgesamt wächst die Wirtschaft im Aktivitätsszenario jährlich und kumuliert stärker als im Basisszenario; die zusätzliche kumulierte **Wertschöpfung** im Aktivitätsszenario beträgt im Jahr 2050 im Vergleich zum Basisszenario in etwa 1,3 %. Wirksam werden neben den Investitionen auch geringere Importe von fossilen Energieträgern durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger, welche der österreichischen Volkswirtschaft Kosten für den Import von fossilen Energieträgern sparen. Zuletzt wirken auch die staatlichen Förderungen, die teils als Transfers an Haushalte gehen und teils Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen auslösen, direkt und indirekt wachstumsfördernd.

Abbildung B: Wichtigste makroökonomische Kennzahlen als Zeitreihen in Indexform (2022=100), real.



Die **Beschäftigung** und der **private Konsum** liegen im Aktivitätsszenario im Jahr 2040 ca. 1 % unter dem Niveau des Basisszenarios. Hier wirken mehrere Faktoren zusammen: Die im Aktivitätsszenario stärker steigenden Energiepreise (CO₂-Bepreisung, Strompreise) induzieren höhere Löhne, welche die Beschäftigung etwas einbremsen. Hier wird der Faktor Arbeit im Produktionsprozess tendenziell durch den Faktor Kapital ersetzt. Die höheren Energiepreise dämpfen zudem den privaten Konsum, besonders in den niedrigen Einkommensdezilen. Schließlich trägt auch die hohe Kapitalintensität der für die Transformation notwendigen Arbeiten zur Verschiebung in der Produktionsstruktur vom Faktor Arbeit zum Faktor Kapital bei. Zwar haben manche der Maßnahmen, wie z. B. die thermische Sanierung von Gebäuden, einen hohen Anteil an Arbeitsinput, an-

dere jedoch – wie der hier sehr wesentliche Ausbau erneuerbarer Stromproduktion – haben sehr starken Kapitalinput, z. B. der Ausbau von Windrädern für die erneuerbare Stromerzeugung.

Die **Strompreise** wirken als einer der **Haupttreiber** auf Konsumpreise, Löhne, Beschäftigung und Konsum. Die Strompreise steigen im Aktivitätsszenario annahmegemäß bis 2040 deutlich stärker als im Basisszenario, da von einer höheren Stromnachfrage in diesem Szenario ausgegangen werden kann. Zum anderen haben auch die steigenden EU-ETS-Zertifikatspreise einen treibenden Effekt auf die Strompreise. Ab 2040 sinken die Strompreise im Aktivitätsszenario unter das Niveau des Basisszenarios, da die erneuerbare Stromproduktion im Aktivitätsszenario stark ausgebaut ist, und die Stromgestehungskosten von Wind und Photovoltaik (PV) annahmegemäß weiter sinken werden. Damit ist trotz insgesamt kumuliert leicht höherem Preisniveau im Aktivitätsszenario ab 2040 eine Änderung der Dynamik beobachtbar. **Die jährliche Preis- und Lohninflation liegt ab 2040 im Aktivitätsszenario unter dem Niveau im Basisszenario,** und die Beschäftigung und der Konsum wachsen stärker als im Basisszenario.

SUMMARY

The Federal Ministry of Finance (BMF) produces a long-term budget forecast every three years. In the present pilot project, long-term greenhouse gas (GHG) emission scenarios were prepared on behalf of the BMF and in close coordination with it as input for the Austrian long-term budget forecast 2022. In addition to scenarios for energy emissions, macroeconomic effects and interactions with the national budget were also analysed using the Federal Environment Agency's MIO-ES model. The MIO-ES scenarios were supplemented with existing non-energy GHG scenarios of the Federal Environment Agency (e. g. for agriculture, waste). Two scenarios were calculated, a baseline scenario and an activity scenario. For the scenarios, current climate mitigation measures were taken into account and further assumptions were made. The scenarios used therefore do not correspond to the scenarios that Austria must submit to the European Commission every two years as part of the EU GHG monitoring mechanism.

In the baseline scenario, the following key measures were taken into account: the CO₂ price according to the National Emission Allowance Trading Act (NEHG 2022), the Renewable Energy Expansion Act (EAG), the Renewable Heat Act (EWG) and the subsidies and investments specified in the Federal Finance Framework Act (BFRG 2023–2036). For the non-energy GHG emissions, WEM (With Existing Measures) scenarios from the last Austrian scenario report to the European Commission from 2021 were used.

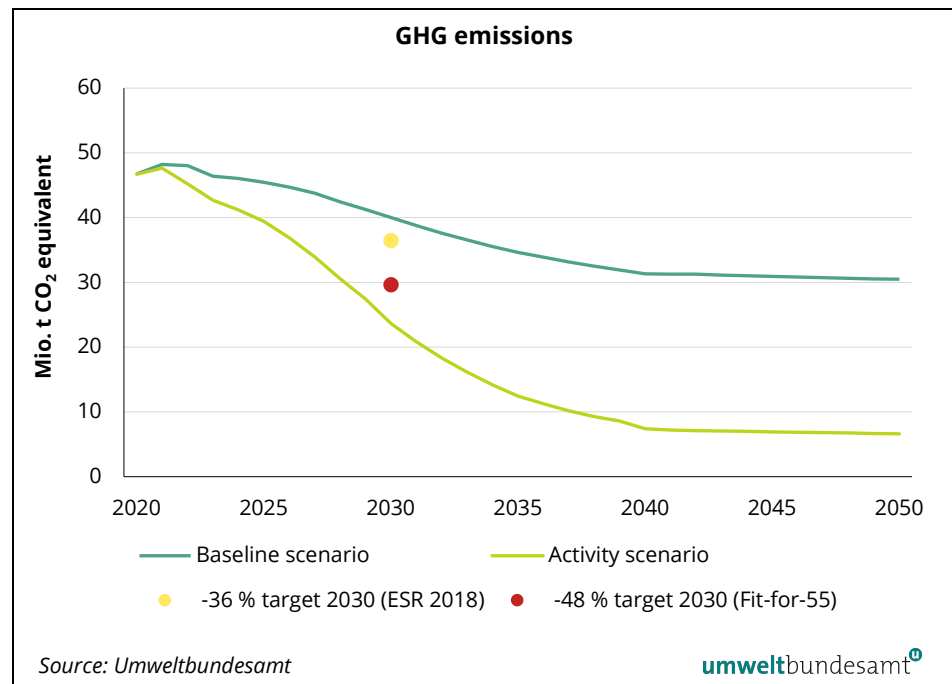
For the two largest ESR sectors (transport and buildings), the activity scenario is based on existing studies: "Transition Mobility 2040" for transport and "Wärmee-zukunft Gebäude 2050" for buildings. Furthermore, a higher CO₂ pricing path is assumed in the activity scenario than in the baseline scenario. Finally, the results of existing scenarios from the last Austrian scenario report to the European Commission (WEM, WAM – With Additional Measures) were also used in the activity scenario for non-energy GHG emissions. For two sectors (agriculture and waste), scenarios from the climate target path calculator of the Federal Ministry of Climate Action were used.

The emission scenarios created in this project as well as selected economic parameters were used as input in the long-term budget forecast 2022, which was calculated in the DELTA model by another project partner of the BMF, WIFO. The following parameters from the MIO-ES were included in the DELTA model of WIFO in the fiscal calculations of the activity scenario (macroeconomic effects in the activity scenario, compared to the baseline scenario): additional growth in value added and employment as well as changes in unemployment rate, consumer price inflation and wage developments.

Figure A shows the scenarios of GHG emissions for ESR sectors in relation to the targets of the Effort Sharing Regulation (ESR 2018) and the tightened target, which is consistent with the EU's Fit for 55 Package. In the baseline scenario, Austria emits 10.4 million tonnes CO₂ equivalents more than the -48 % target in 2030 (Fit for 55 target). In the activity scenario, Austria emits around six million

tonnes of CO₂ equivalents less than the -48 % target, which means that the EU legal targets can be met in 2030.

Figure A:
Greenhouse gas
emission scenarios for
ESR sectors.



In the baseline scenario, significant changes occur mainly in the two largest ESR sectors, buildings and transport. In the buildings sector, emissions drop to almost zero by 2040 due to the implementation of the EWG. In the transport sector, the main effect is caused by CO₂ pricing, which in passenger transport strengthens the trend towards electrification of the car fleet and makes public transport more attractive, so that emissions fall significantly. In freight transport, on the other hand, there is only a slight decrease in emissions, which is also due to the electrification of the fleet and the shift to rail.

In the activity scenario, emissions from the combustion of fossil fuels drop towards zero by 2040 in all sectors. In the building sector, the implementation of the EWG ensures a reduction of emissions to almost zero in 2040. This is accompanied by a renovation offensive, so that the total energy consumption in the building sector also decreases. In the transport sector, the increased electrification of the vehicle fleets in both passenger and freight transport will lead to almost zero fossil emissions in 2040. Remaining fossil combustion engines will be converted to electric engines or switched to biogenic fuels.

In the manufacturing sector, the implementation of the circular economy strategy requires a fundamental change in the structure of the sector. The production of high-quality, reusable products will significantly reduce energy demand and process emissions. The electrification of processes, mobile machinery and equipment, as well as the conversion to renewable gases (H₂, biomethane) will greatly reduce pyrogenic emissions. Furthermore, behavioural changes in consumption and rising prices will dampen demand.

In the agricultural sector, emissions will be falling because of decreasing demand for animal products and increasing demand for plant products.

Final energy demand and electricity production

Final energy consumption (FEC) decreases significantly in the activity scenario, while FEC in the baseline scenario in 2050 is roughly at the same level as in 2020. In both scenarios, the share of electricity in FEC increases, whereby the increase in the activity scenario is even more pronounced than in the baseline scenario. Furthermore, the marked decline in the fossil energy sources oil and gas is evident in the activity scenario. After 2040, petroleum products are still used in aviation, refineries and industry. From 2035 onwards, hydrogen will play an important role as an energy source in the activity scenario.

As far as electricity production is concerned, both scenarios show the expanding production of renewable electricity until 2030 envisaged in the EAG. The activity scenario shows a significantly increased production of electricity up to 2035 as compared to the baseline scenario (corresponding to the strong demand for electricity in the activity scenario). Until 2030, the increase in electricity production from wind and photovoltaics (PV) is the same in both scenarios; the electricity demand beyond this in the activity scenario is covered by fossil production, which decreases from 2030 onwards. After 2030, there is a further increase in the expansion of wind and PV in the activity scenario, so that in this scenario 100 % of electricity generation in 2050 comes from renewable sources.

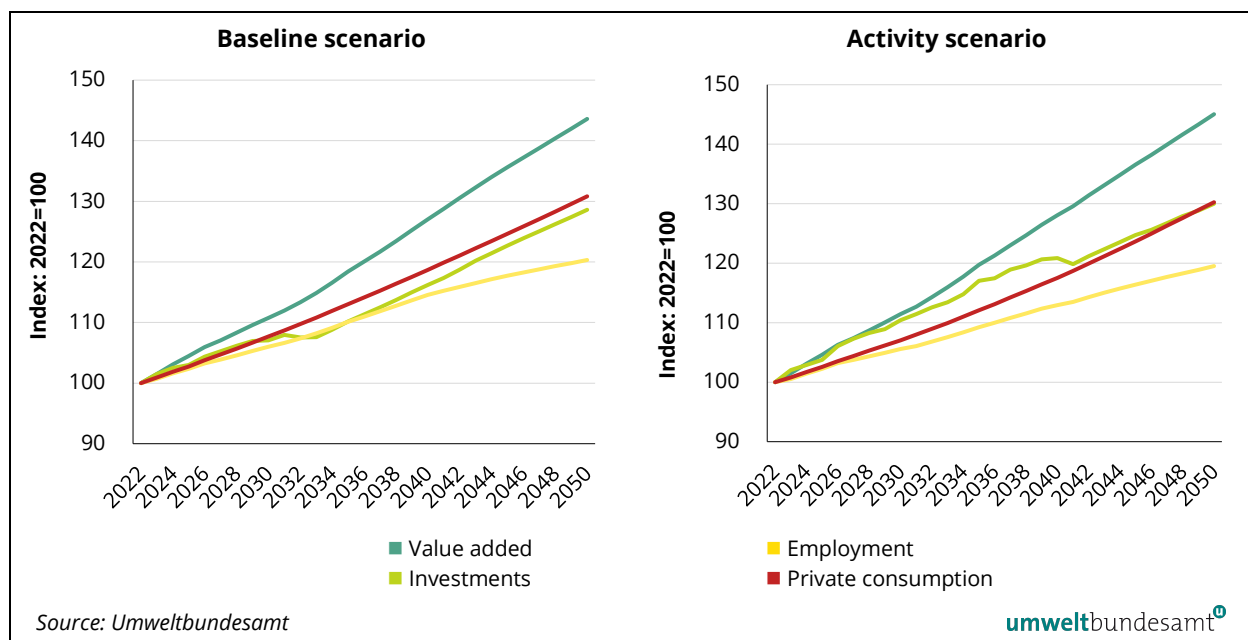
Macroeconomic results

In both the baseline and the activity scenario, the economy grows steadily and evenly (Figure B). However, in the activity scenario there are explicable, quantitatively cumulative differences in the macroeconomic effects compared to the baseline scenario, some of which are significant. This applies in particular to investments; they are significantly higher in the activity scenario than in the baseline scenario. Here, the investments necessary for the transformation have a direct impact, especially in the areas of renewable electricity supply and buildings, but also in the transport and industry sectors. However, percentage changes in investments do not have the same percentage impact on value added, as investments as a whole account for slightly more than 20 % of GDP. Furthermore, it must be taken into account that in the logic of the scenario model, only additional climate-relevant investments have an effect on value added and employment. Additional climate-relevant investments are those that are triggered by the transformation and go beyond investments that would be made in any case – even without transformation in the baseline scenario.

Overall, the economy in the activity scenario grows more strongly on an annual and cumulative basis than in the baseline scenario; the additional cumulative value added in the activity scenario amounts to about 1.3 % in 2050 compared to the baseline scenario. In addition to the investments, lower imports of fossil energy sources also have an effect due to the expansion of renewable energy sources, which save the Austrian economy costs for the import of fossil energy

sources. Finally, government subsidies, some of which go to households as transfers and some of which trigger investments in climate protection measures, also have a direct and indirect growth-promoting effect.

Figure B: Most important macroeconomic indicators as time series in index form (2022=100), real.



In 2040, employment and private consumption in the activity scenario are about 1 % below their level in the baseline scenario. Several factors interact here: The stronger increase in energy prices in the activity scenario (CO₂ price, electricity prices) induces higher wages, which slightly slow down employment. Here, labour tends to be replaced by capital in the production process. The higher energy prices also dampen private consumption, especially in the low-income deciles. Finally, the high capital intensity of the work required for the transformation also contributes to the shift in the production structure from labour to capital. While some of the measures, such as the thermal refurbishment of buildings, have a high share of labour input, others – such as the expanding production of renewable electricity – have very strong capital input, e. g. the expansion of wind turbines for renewable electricity production.

Electricity prices are one of the main drivers of consumption prices, wages, employment and consumption. Electricity prices in the activity scenario are expected to rise significantly more until 2040 than in the baseline scenario, as higher electricity demand can be assumed in this scenario. In addition, the rising EU ETS certificate prices also have a driving effect on electricity prices. From 2040 onwards, however, electricity prices in the activity scenario fall below the level of the baseline scenario, as renewable electricity production is strongly expanded in the activity scenario and the levelized cost of electricity from wind and photovoltaics (PV) is assumed to fall further. Thus, despite an overall cumulatively slightly higher price level in the activity scenario, a change in dynamics is

observable from 2040 onwards. From 2040 onwards, annual price and wage inflation in the activity scenario is below the level in the baseline scenario, and employment and consumption grow more strongly than in the baseline scenario.

1 EINLEITUNG

Das Bundesministerium für Finanzen (BMF) erstellt alle drei Jahre eine langfristige Budgetprognose. Die zukünftigen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) werden Auswirkungen auf das öffentliche Budget haben. Zum einen gibt es auf europäischer Ebene nationale Ziele für die Sektoren aus der EU-Lastenteilungsverordnung („Effort-Sharing-Regulation“ – ESR¹ (ESR-Sektoren²); bei Nicht-Erreichen der Ziele ist ein Zukauf von Emissionszertifikaten notwendig. Zum anderen verlangt das Erreichen der Klimaneutralität³ eine konsequente Transformation des Energiesystems, der Wirtschaft und des Konsumverhaltens, wodurch auch Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung und auf die öffentlichen Finanzen zu erwarten sind.

In diesem Kontext hat das Umweltbundesamt im vorliegenden Pilotprojekt im Auftrag des BMF und in enger Abstimmung mit demselben langfristige THG-Emissionsszenarien als Input für die österreichische langfristige Budgetprognose 2022⁴ erstellt. Neben Szenarien für die energetischen Emissionen wurden mit dem MIO-ES-Modell⁵ des Umweltbundesamts auch makroökonomische Wirkungen und Wechselwirkungen mit dem Staatshaushalt analysiert. Die MIO-ES-Szenarien wurden mit bestehenden nicht-energetischen THG-Szenarien ergänzt. Im vorliegenden Projekt wurden ein Basisszenario⁶ und ein Aktivitätsszenario gerechnet. Für die Szenarien wurden aktuelle Klimaschutzmaßnahmen berücksichtigt und weiterführende Annahmen getroffen. Die verwendeten Szenarien entsprechen daher nicht den Szenarien, die Österreich im Rahmen des EU-THG-Monitoring-Mechanismus alle zwei Jahre an die Europäische Kommission übermitteln muss. Die nächste Übermittlung der Szenarien im Rahmen der

¹ EU-Verordnung 2018/842 vom 30. Mai 2018 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris sowie zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018R0842&from=EN>;
letzter Zugriff am 9.12.2022.

² Die ESR-Sektoren in diesem Bericht sind ident mit den Sektoren des Klimaschutzgesetzes 2013 und umfassen die Sektoren Verkehr, Gebäude, Energie und Industrie (non-ETS), Landwirtschaft, Abfall und fluorierte Gase.

³ Laut österreichischem Regierungsprogramm soll das Ziel der Klimaneutralität in Österreich bis 2040 erreicht werden. Im europäischen Klimagesetzes (EU-Verordnung 2021/1119) ist das Ziel der Klimaneutralität innerhalb der EU bis 2050 verbindlich fixiert.

⁴ Bundesministerium für Finanzen (2022). Langfristige Budgetprognose 2022. Bundesministerium für Finanzen, Wien.

⁵ Siehe das MIO-ES Manual (https://www.cesarecon.at/wp-content/uploads/2020/10/MIOES_Manual_Public_FINAL.pdf) für eine detaillierte Dokumentation des MIO-ES Modells.

⁶ Im Basisszenario wurde das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG), das sich derzeit im parlamentarischen Verfahren befindet, gemäß der Version der Regierungsvorlage vom 02.11.2022 berücksichtigt. Aufgrund des Zeitpunkts der Einbringung konnten nur die THG-Wirkungen in das Szenario übernommen werden, die makroökonomischen und die gesamten energetischen Wirkungen jedoch nicht modelliert werden.

EU-Governance-Verordnung an die Europäische Kommission wird im März 2023 erfolgen.

Im Basisszenario wurden u. a. folgende wesentlichen Maßnahmen berücksichtigt: die CO₂-Bepreisung laut Nationalem Emissionszertifikatehandelsgesetz (NEHG 2022), das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG), das Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWG) sowie die im Bundesfinanzrahmengesetz (BFRG 2023–2036) ausgewiesenen Förderungen und Investitionen. Für die nicht-energetischen THG-Emissionen wurden WEM-Szenarien („With Existing Measures“) aus dem letzten österreichischen Szenarienbericht an die Europäische Kommission aus dem Jahr 2021 herangezogen.

Für die beiden größten ESR-Sektoren (Verkehr und Gebäude) basiert das Aktivitätsszenario auf vorliegenden Studien: "Transition Mobility 2040"⁷ für Verkehr und "Wärmezukunft Gebäude 2050"⁸ für Gebäude. Weiters ist im Aktivitätsszenario ein höherer Pfad der CO₂-Bepreisung angenommen als im Basisszenario. Schließlich wurden auch im Aktivitätsszenario für nicht-energetische THG-Emissionen Ergebnisse vorliegender Szenarien aus dem letzten österreichischen Szenarienbericht an die Europäische Kommission herangezogen (WEM, WAM – „With Additional Measures“). Für zwei Sektoren (Landwirtschaft und Abfall) wurden Szenarien aus dem Klima-Zielpfadrechner des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) verwendet.

Die in diesem Projekt erstellten Emissionsszenarien sowie ausgewählte ökonomische Parameter flossen als Input in die langfristige Budgetprognose 2022 ein, welche von einem weiteren Projektpartner des BMF, dem WIFO, im DELTA-Modell berechnet wurde⁹. Folgende Parameter aus dem MIO-ES wurden im DELTA-Modell des WIFO in die fiskalischen Berechnungen des Aktivitätsszenarios übernommen (makroökonomische Effekte im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario): zusätzliches Wachstum von Wertschöpfung und Beschäftigung sowie die Veränderung der Arbeitslosenrate, Konsumpreisinflation und Lohnentwicklungen.

Durch diese Verschränkung konnten beide Modelltypen im fiskalischen (DELTA) bzw. ökonomisch-energetischen Modell in Verbindung mit THG-Wirkungen (MIO-ES) erstmalig verknüpft werden. Für Zwecke der Vergleichbarkeit in beiden Modellen wurde dabei der Wirtschaftswachstumspfad im MIO-ES Modell auf Wachstumsraten von DELTA kalibriert.

⁷ Umweltbundesamt, 2022. Transition Mobility 2040. Entwicklung eines Klima- und Energieszenarios zur Abbildung von Klimaneutralität im Verkehr 2040. REP 0808. Wien 2022. https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2432&cHash=c15f16441d220eb85b3b2903b53e53cd; letzter Zugriff am 24.11.2022.

⁸ Umweltbundesamt, 2020; Schieder, W., A. Storch, D. Reiterer und S. Böhmer. Wärmezukunft 2050. Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung im Sektor Gebäude. Wien, November 2020. (Erstellung im Auftrag des BMK, unveröffentlicht).

⁹ Schiman-Vukan, Stefan (2022): Langfristige Perspektiven der öffentlichen Finanzen in Österreich. WIFO, Dezember 2022, Wien. <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/70395>

Dieser Bericht präsentiert die wichtigsten Annahmen und Ergebnisse aus diesem Pilotprojekt. Kapitel 2 gibt einen Überblick über die wesentlichen Annahmen des Basisszenarios und des Aktivitätsszenarios. In Kapitel 3 werden die Ergebnisse in Bezug auf THG-Emissionen, Energieverbrauch und Volkswirtschaft präsentiert. Kapitel 4 gibt einen Ausblick auf Weiterentwicklungsmöglichkeiten in zukünftigen Arbeiten.

2 ANNAHMEN

2.1 Sektorübergreifende Parameter

Das Wirtschaftswachstum im MIO-ES Modell wurde auf Annahmen des WIFO DELTA-Modells kalibriert, um Vergleichbarkeit zwischen den Szenario-Ergebnissen der beiden Modelle zu ermöglichen. Für das Bevölkerungswachstum wurde die Hauptvariante der Bevölkerungsprognose 2021 der Statistik Austria herangezogen.¹⁰

Die Preise für Kohle, Erdgas und Erdöl basieren auf den Empfehlungen der Europäischen Kommission vom Mai 2022¹¹ (Tabelle 1). Für die EU-ETS-Preise wurden nachfolgende Preispfade angenommen; ab 2026 unterscheiden sich die CO₂-Preise in beiden Szenarien, wobei im Aktivitätsszenario höhere Preise angenommen wurden als im Basisszenario.

Tabelle 1:
internationale
Brennstoffpreise.

	Erdöl	Erdgas	Kohle	EU-ETS Basisszenario	EU-ETS Aktivitäts- szenario
	[€ 2020/boe]	[€ 2020/GJ]	[€ 2020/GJ]	[€ 2020/tCO ₂ e]	[€ 2020/tCO ₂ e]
2021	60	15,1	3,8	54	54
2022	88	33,2	5,3	75	75
2023	88	24,0	4,2	77	77
2024	88	14,6	3,2	78	78
2025	88	13,2	3,1	80	80
2030	88	11,3	3,1	80	200
2040	93	11,3	3,3	85	400
2050	112	11,8	3,7	160	600

Quelle: Europäische Kommission (2022); eigene Annahmen.

Anmerkung: boe – barrels of oil equivalent (Barrel Öleinheiten) ist eine Maßeinheit für die Energiemenge, die beim Verbrennen von einem Barrel (ca. 159 Liter) Erdöl freigesetzt wird.

Für die Inflation wurde bis zum Jahr 2023 die Konjunkturprognose des WIFO aus dem März 2022 übernommen¹². Danach wurde von einer durchschnittlichen Basisinflation von 2 % p.a. ausgegangen.

¹⁰ <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/demographische-prognosen>; letzter Zugriff am 24.11.2022

¹¹ Europäische Kommission, 2022. Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023, May 2022 version

¹² https://www.wifo.ac.at/wwadocs/konjunktur/Prognosen/WIFO-Konjunkturberichterstattung_Prognose_Hauptergebnisse.pdf

Für die CO₂-Bepreisung der ESR-Sektoren wurden die Preise aus dem NEHG 2022¹³ als Basis herangezogen (Tabelle 2). Auch die im NEHG und im Klimabonusgesetz beschlossenen Rückvergütungen wurden in den Berechnungen berücksichtigt. Für die CO₂-Bepreisung wie auch für die Rückvergütung wurden nachfolgende Pfade für das Basisszenario und das Aktivitätsszenario bis 2050 angenommen.

Tabelle 2:
CO₂-Bepreisung der
ESR-Sektoren und
Rückvergütung.

	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2050
CO ₂ -Bepreisung nach NEHG (Euro nominal / tCO ₂) – Basisszenario	30	35	45	55	83	140	171
CO ₂ -Bepreisung nach NEHG (Euro nominal / tCO ₂) – Aktivitätsszenario	30	35	45	55	130	400	488
Klimabonus / Rückverteilung Haushalte (Mio. Euro nominal)	1250	1300	1400	1500	Rückverteilung von 90 % der Einnahmen aus der CO ₂ -Bepreisung		
Kompensation / Rückverteilung Landwirtschaft (Mio. Euro nominal)	30	35	40	45	Basisszenario: Rückvergütung in konstantem Maße wie derzeit		
Kompensation / Rückverteilung Carbon Leakage ESR (Mio. Euro nominal)	75	100	125	150	Aktivitätsszenario: Rückvergütung schrittweise durch zielgerichtete Förderungen ersetzt		
Kompensation / Rückverteilung Härtefälle (Mio. Euro nominal)	75	100	100	100			

Quelle: NEHG, eigene Annahmen.

Tabelle 3 zeigt die Annahmen bezüglich der Strompreise. Generell wird von steigenden Strompreisen ausgegangen, da von einer steigenden Stromnachfrage in beiden Szenarien ausgegangen werden kann. Zum anderen dürften auch die steigenden EU-ETS-Zertifikatspreise einen treibenden Effekt auf die Strompreise haben. Da im Aktivitätsszenario die erneuerbare Stromproduktion auch nach 2030 stark ausgebaut wird und die Stromgestehungskosten von Wind und Photovoltaik (PV) weiter sinken werden, gehen wir in diesem Szenario von sinkenden Strompreisen nach 2040 aus.

¹³ NEHG 2022. Bundesgesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Treibhausgasemissionen (Nationales Emissionszertifikatehandelsgesetz 2022 – NEHG 2022)
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011818>; letzter Zugriff am 24.11.2022.

Tabelle 3:
Strompreise in Euro / GJ
(nominal).

	2020	2030	2040	2050
Basisszenario: Haushalte	58	102	138	181
Aktivitätsszenario: Haushalte	58	124	165	149
Basisszenario: Industrie	29	51	70	92
Aktivitätsszenario: Industrie	29	63	84	75

Neben den oben genannten Annahmen zu Bevölkerungsentwicklung, Wirtschaftswachstum und Preisen wurden als weitere Inputdaten die im Bundesfinanzrahmengesetz 2023 bis 2026 (BFRG 2023–2026)¹⁴ enthaltenen klimarelevanten Förderungen herangezogen. Die Förderungen des BFRG 2023–2026 sind Teil des Policy-Mix, der den hier präsentierten Energie- und Emissionsszenarien hinterlegt ist. Sie fließen zum Teil direkt in die Emissionsberechnungen ein (Beispiel: Gebäude) und haben damit Einfluss auf die makroökonomischen Parameter und den Staatshaushalt. Ausgehend von den im BFRG 2023–2026 enthaltenen Förderungen wurden Annahmen für die Fortschreibungen in den Szenarien getroffen; die Pfade wurden bis 2050 definiert.

2.2 Sektorspezifische Annahmen im Basisszenario

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die sektorspezifischen Annahmen im Basisszenario.

Tabelle 4:
Sektorspezifische Annahmen im Basisszenario.

Sektor	Annahmen
Energieerzeugung	- Umsetzung des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes bis 2030 (EAG 2021)¹⁵; nach 2030 begrenzte Investitionen in erneuerbare Stromerzeugung - Investitionen in den Netzausbau

¹⁴ BFRG 2023–2026, 2022. Bundesfinanzrahmengesetz 2023 bis 2026
<https://www.bmf.gv.at/themen/budget/das-budget/bundesfinanzrahmen-strategiebericht.html>; letzter Zugriff am 24.11.2022.

¹⁵ EAG, 2021. Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG):
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011619>; letzter Zugriff am 24.11.2022.

Sektor	Annahmen
Gebäude	• Umsetzung des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes (EWG 2022)¹⁶¹⁷ • Neubau: Keine Öl-/Kohleheizungen ab 2020, keine Gasheizungen ab 2023 • Bestandsgebäude: kein Einbau von neuen Öl-/Kohleheizungen ab 2023 • Bestandsgebäude: neue Gasheizungen nur in Ausnahmefällen (Zentralisierung der Heizung, soziale Abfederung, außerhalb Fernwärmeversorgungsgebiet) • Stilllegungs-Gebot für Öl- und Kohleheizungen ab 2025 abhängig von Altersklasse; Ausnahmen für energiearme Haushalte, aus gesundheitlichen oder altersbedingten Gründen • Soziale Abfederung durch Förderungen • Verpflichtender Einsatz von erneuerbarem Gas ab 2040 für Gasheizungen • Einsatz von Wasserstoff nur durch Beimischung zum Erdgasnetz
Landwirtschaft	Szenario WEM wie in Umweltbundesamt, 2021¹⁸: • Steigende Viehzahlen und Milchproduktion aufgrund des Auslaufens der Milchquoten und attraktiver Förderungen
Abfall	Szenario WEM wie in Umweltbundesamt, 2021: • Weiterhin abnehmender Trend der deponierten Mengen (und des entsprechenden Kohlenstoffgehalts) aufgrund der Anforderungen der Deponieverordnung • Müllverbrennung und andere Behandlungsformen gewinnen an Bedeutung
Fluorierte Gase	Szenario WEM wie im Umweltbundesamt, 2021: Volle Umsetzung der EU-F-Gas-Verordnung und teilweise Umsetzung der EU-Richtlinie für Klimaanlage in Kraftfahrzeugen • Umsetzung des Kigali Amendment

¹⁶ EWG, 2022. Bundesgesetz zum Ausstieg aus der fossil betriebenen Wärmebereitstellung (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG). Regierungsvorlage https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVIII/I/I_01773/index.shtml; letzter Zugriff am 24.11.2022.

¹⁷ Im Basisszenario wurde das Erneuerbare-Wärme-Gesetz in der Regierungsvorlage vom 2.11.2022 für Gebäude berücksichtigt. Aufgrund des Zeitpunkts der Einbringung konnten nur die THG-Wirkungen in das Szenario übernommen werden, die makroökonomischen und die gesamten energetischen Wirkungen jedoch nicht modelliert werden.

¹⁸ Umweltbundesamt, 2021. GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reporting under Regulation (EU) 2018/1999. 15 March 2021. REP-0766. Vienna 2021.

2.3 Sektorspezifische Annahmen im Aktivitätsszenario

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die sektorspezifischen Annahmen im Aktivitätsszenario.

*Tabelle 5:
Sektorspezifische
Annahmen im
Aktivitätsszenario.*

Sektor	Annahmen
Energieerzeugung	• Starker Ausbau der erneuerbaren Stromproduktion auch nach 2030, vor allem Wind und PV; erforderliche Investitionen in den Netzausbau werden getätigt • Stromgestehungskosten für Wind und PV sinken, was sich in der Höhe der Investitionen für erneuerbare Stromproduktion abbildet • Die Stromversorgung basiert kurz- und langfristig primär auf inländischer Erzeugung; keine Nettostromimporte notwendig • Die Bedeutung von Wasserstoff und erneuerbaren Gasen steigt bis 2040 • Internationale Märkte für erneuerbare Energieträger (EET) ermöglichen Importe • Kurz- und langfristige Speichertechnologien werden eingesetzt (Pumpspeicher, Batterien, Wasserstoff, Methan, Wärme)
Gebäude	Umsetzung des Szenarios "Wärmezukunft Gebäude 2050" (Umweltbundesamt, 2020)¹⁹, das sowohl erneuerbare Wärmeproduktion als auch Maßnahmen im Neubau und Gebäudesanierungen umfasst. Umsetzung des EWG: • Neubau: Keine Öl-/Kohleheizungen ab 2020, keine Gasheizungen ab 2023 • Bestandsgebäude: Kein Einbau von neuen Öl-/Kohleheizungen ab 2023 • Bestandsgebäude: Neue Gasheizungen nur in Ausnahmefällen (Zentralisierung der Heizung, soziale Abfederung, außerhalb Fernwärmeversorgungsgebiet) • Stilllegungs-Gebot für Öl- und Kohleheizungen ab 2025 abhängig von Altersklasse; Ausnahmen für energiearme Haushalte, aus gesundheitlichen oder altersbedingten Gründen • Soziale Abfederung durch Förderungen • Verpflichtender Einsatz von erneuerbarem Gas ab 2040 für Gasheizungen

¹⁹ Umweltbundesamt, 2020; Schieder, W., A. Storch, D. Reiterer und S. Böhmer. Wärmezukunft 2050. Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung im Sektor Gebäude. Wien, November 2020. (Erstellung im Auftrag des BMK, unveröffentlicht).

Sektor	Annahmen
	- Einsatz von Wasserstoff nur durch Beimischung zum Erdgasnetz Gebäudeneubau und -sanierung u. a.: - Reduktion des Wärmebedarfs pro Fläche - Neubau als Niedrigstenergiegebäude oder besser - Sanierung: gestaffelte umfassende Sanierungsverpflichtung innerhalb von zehn Jahren ab 2023; soziale Abfederung durch Förderungen - Thermische Sanierung des gesamten Gebäudebestands auf das Zielniveau bis 2040 - Förderquote gestaffelt nach Ambitionsniveau und Haushaltseinkommen; Schwerpunkt auf tiefer Sanierung - Verdichtung von Siedlungsflächen führt zu höherem Fernwärmepotenzial - Durchschnittliche Nutzfläche von 50 m² pro Person
Verkehr	Umsetzung des bestehenden Szenarios "Transition Mobility 2040"²⁰, insbesondere: - Anhebung der Mineralölsteuer - Anpassung von Geschwindigkeitsvorgaben - Fahrleistungsabhängige Maut für PKW - Ausweitung der fahrleistungsabhängigen Maut für LKW - Bestimmungen zu emissionsfreien KFZ-Neuzulassungen - Anhebung des durchschnittlichen Besetzungsgrades - Nachhaltige Raumentwicklung - Attraktivierung aktiver Mobilität und öffentlichem Verkehr (ÖV) - Dämpfung des steigenden Trends in der Entwicklung des Motorisierungsgrades
Industrie	- Etablierung von Kreislaufwirtschaft - Geringere Produktion durch Leasen als Service und Rücknahme für ReUse, Repair, Recycling - Umstellung von Prozessen und Produkten - Verbesserungen in Energieeffizienz - Sektorkopplung Energie / Industrie (Abwärmenutzung und Demand Side Management)

²⁰ Umweltbundesamt, 2022. Transition Mobility 2040. Entwicklung eines Klima- und Energieszenarios zur Abbildung von Klimaneutralität im Verkehr 2040. REP 0808. Wien 2022. https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2432&cHash=c15f16441d220eb85b3b2903b53e53cd; letzter Zugriff am 24.11.2022.

Sektor	Annahmen
	• Import von Rohstoffen für z. B. Kunststoffindustrie möglich • Umstellungen von Energieträgern (Strom, Wasserstoff) • Berücksichtigung von neuen Technologien und technologischen Verbesserungen vor Marktreife möglich
Landwirtschaft	Szenario wie im Klima-Zielpfadrechner (BMK, 2022)²¹, Level 4: • Nachfrage nach pflanzlichen Produkten steigt, jene nach tierischen Produkten sinkt • Rückgang von Rinder-, Geflügel- und Schweinebestand • Starker Ausbau von Biogasanlagen: 2040 wird die Hälfte des Stallmists zur Energiegewinnung verwendet • Keine Abnahme der Grünlandfutterflächen; Almflächen bleiben erhalten
Abfall	Szenario wie im Klima-Zielpfadrechner (BMK, 2022), Trajektorie D: • Nationaler Schwerpunkt auf Abfallvermeidung; die jährlich anfallende Abfallmenge sinkt bis 2050 um 10 % gegenüber 2020 • Durch ein effizientes Abfallmanagement liegt die Wiederverwertung von Abfall (ohne Aushubmaterialien) bei 85 % • Die Abfallverbrennung zur Energiegewinnung erreicht mit 10 % Tiefststand • Wegen hoher Wiederverwertungsrate werden 2050 nur mehr 5 % des Abfalls deponiert
Fluorierte Gase	Szenario WEM wie in Umweltbundesamt, 2021: • Volle Umsetzung der EU-F-Gas-Verordnung und teilweise Umsetzung der EU-Richtlinie für Klimaanlage in Kraftfahrzeugen • Umsetzung des Kigali Amendment

²¹ BMK, 2022. Klima-Zielpfadrechner für Österreich. Wege zur Klimaneutralität
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/aktives-handeln/klimazielpfadrechner.html; letzter Zugriff am 24.11.2022.

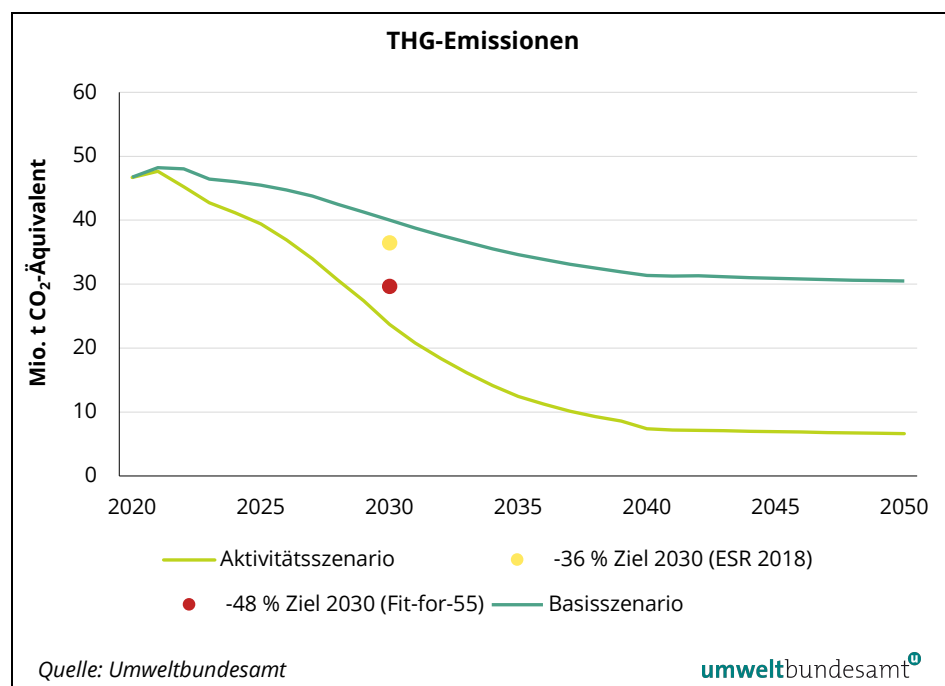
3 ERGEBNISSE

3.1 THG-Emissionen

Dieses Kapitel zeigt die Hauptergebnisse der Berechnungen in Bezug auf die THG-Emissionen. Es fokussiert auf die Emissionen in den ESR-Sektoren (KSG-Sektoren), weil im Rahmen der Europäischen Gesetzgebung nationale Emissionsziele nur für jene Sektoren vorgesehen sind, die nicht dem EU-ETS unterliegen. Ein wesentliches Ziel des vorliegenden Projekts war die Abschätzung der Emissionsszenarien für die ESR-Sektoren, die vom BMF als Grundlage für die Abschätzung möglicher Zielerreichungskosten herangezogen werden. Die Zielerreichungskosten finden dann Eingang in die langfristige Budgetprognose.

Abbildung 1 zeigt die Szenarien der Treibhausgasemissionen für ESR-Sektoren in Relation zu den Zielen aus der Effort-Sharing-Regulation (ESR 2018) und dem verschärften Ziel, das konsistent ist mit dem Fit-for-55-Paket der EU. Im Basisszenario liegt Österreich im Jahr 2030 10,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente über dem -48 %-Ziel gegenüber 2005 (Fit-for-55-Ziel). Im Aktivitätsszenario liegt Österreich rund 6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente unter dem -48 %-Ziel, womit die unionsrechtlichen Ziele 2030 eingehalten werden können.

Abbildung 1:
Szenarien der Treibhausgasemissionen für ESR-Sektoren.



Im Jahr 2040 liegen die Emissionen im Aktivitätsszenario bei 7,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten. Wenn Emissionssenkungen aus den Böden und der Waldbewirtschaftung berücksichtigt werden, dann betragen die Emissionen im Jahr 2040 in etwa 5,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente, womit noch keine Klimaneutralität erreicht wird. Vorliegende WEM-Szenarien des Umweltbundesamts zeigen jedoch,

dass sich die Böden und die Waldbewirtschaftung in den 2040er-Jahren von Senken zu Emissionsquellen entwickeln könnten (Umweltbundesamt, 2021).

Abbildung 2 zeigt die THG-Emissionen des Basisszenarios nach ESR-Sektoren. Die Grafik zeigt, dass sich in diesem Szenario wesentliche Änderungen vorwiegend in den Sektoren Gebäude und Verkehr ergeben. Im Sektor Gebäude sinken die Emissionen bis 2040 durch die Umsetzung des EWG auf nahezu null. Im Sektor Verkehr wirkt vor allem die CO₂-Bepreisung, die im Personenverkehr den Trend zur Elektrifizierung der PKW-Flotte verstärkt und für eine Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs sorgt, sodass die Emissionen signifikant zurückgehen. Im Güterverkehr hingegen kommt es nur zu einem leichten Rückgang der Emissionen, der ebenfalls durch Elektrifizierung der Flotte bzw. Verlagerung auf die Schiene zustande kommt. Im Sektor Landwirtschaft steigen die Emissionen aufgrund steigender Viehzahlen und höherer Milchproduktion.

Abbildung 2: Szenarien der Treibhausgasemissionen nach ESR-Sektoren im Basisszenario.

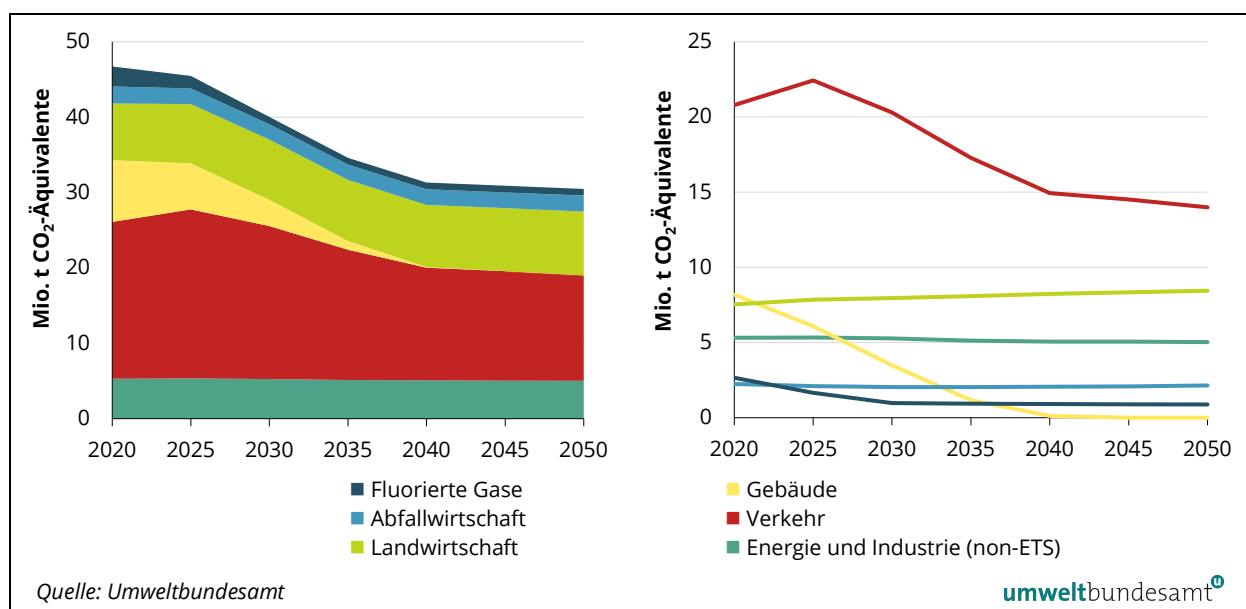


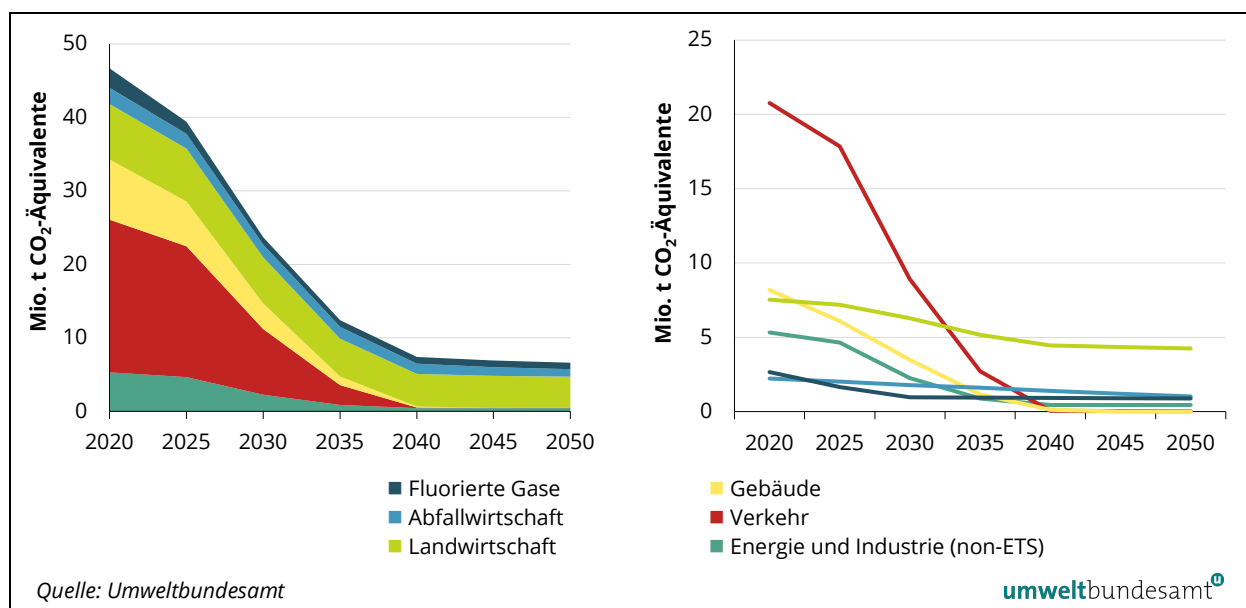
Abbildung 3 zeigt die THG-Emissionen des Aktivitätsszenarios nach ESR-Sektoren. Im Aktivitätsszenario sinken die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe in allen Sektoren bis 2040 gegen null. Im Gebäudesektor sorgt die Umsetzung des EWG für eine Reduktion der Emissionen auf nahezu null im Jahr 2040. Dies wird flankiert von einer Sanierungsoffensive, sodass auch der gesamte Energieverbrauch im Gebäudebereich zurückgeht. Im Verkehr kommt es durch die verstärkte Elektrifizierung der Fahrzeugflotten sowohl im Personen als auch im Güterverkehr zu nahe null fossilen Emissionen im Jahr 2040. Verbleibende fossile Verbrennungskraftmaschinen werden umgerüstet bzw. auf biogene Treibstoffe umgestellt.

Im Sektor Industrie bedingt die Umsetzung der Kreislaufwirtschaftsstrategie eine grundlegende Änderung der Struktur des produzierenden Sektors. Durch die Produktion von hochwertigen, wiederverwendbaren Produkten werden der

Energiebedarf und die Prozessemissionen deutlich reduziert. Durch Elektrifizierung der Prozesse und der mobilen Maschinen und Geräte sowie der Umstellung auf erneuerbare Gase (H₂, Biomethan) werden die pyrogenen Emissionen sehr stark vermindert. Weiters sorgen Verhaltensänderungen im Konsum und steigende Preise für eine Dämpfung der Nachfrage.

Im Sektor Landwirtschaft sinken die Emissionen, weil die Nachfrage nach tierischen Produkten sinkt und jene nach pflanzlichen Produkten steigt. Somit sinkt auch der Bestand von Rindern, Geflügel und Schweinen.

Abbildung 3: Szenarien der Treibhausgasemissionen nach ESR-Sektoren im Aktivitätsszenario.



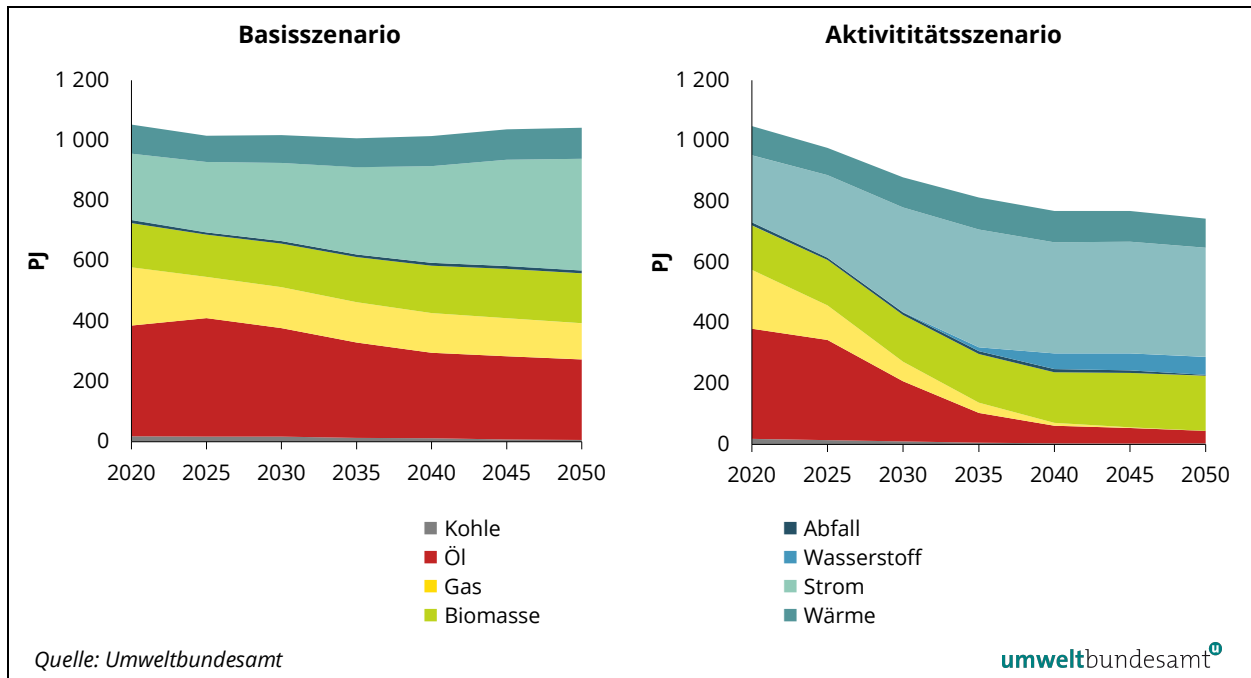
3.2 Endenergieverbrauch und Stromproduktion

In diesem Kapitel werden Endenergieverbrauch über alle Sektoren (ESR und ETS) und Stromproduktion präsentiert, um die Wirkungen der Szenarien über die ESR-Sektoren hinaus zu zeigen²². Abbildung 4 zeigt den deutlichen Rückgang des Endenergieverbrauchs (EEV) im Aktivitätsszenario. Während der EEV im Basisszenario im Jahr 2050 in etwa auf dem Niveau von 2020 liegt, geht der EEV im Aktivitätsszenario deutlich zurück. Außerdem zeigt die Grafik die Verschiebungen zwischen den Energieträgern. In beiden Szenarien nimmt der Anteil von Strom am EEV zu, wobei die Zunahme im Aktivitätsszenario noch deutlich ausgeprägter ist als im Basisszenario. Darüber hinaus ist der markante Rückgang

²² Die in diesem Kapitel für das Basisszenario präsentierten energetischen Ergebnisse berücksichtigen aufgrund des Zeitpunkts der Einbringung nicht die gesamten Effekte des EWG. Stattdessen basieren die energetischen Effekte im Basisszenario auf einem Szenario, das für den Gebäudebereich die BFRG-Förderungen abbildet.

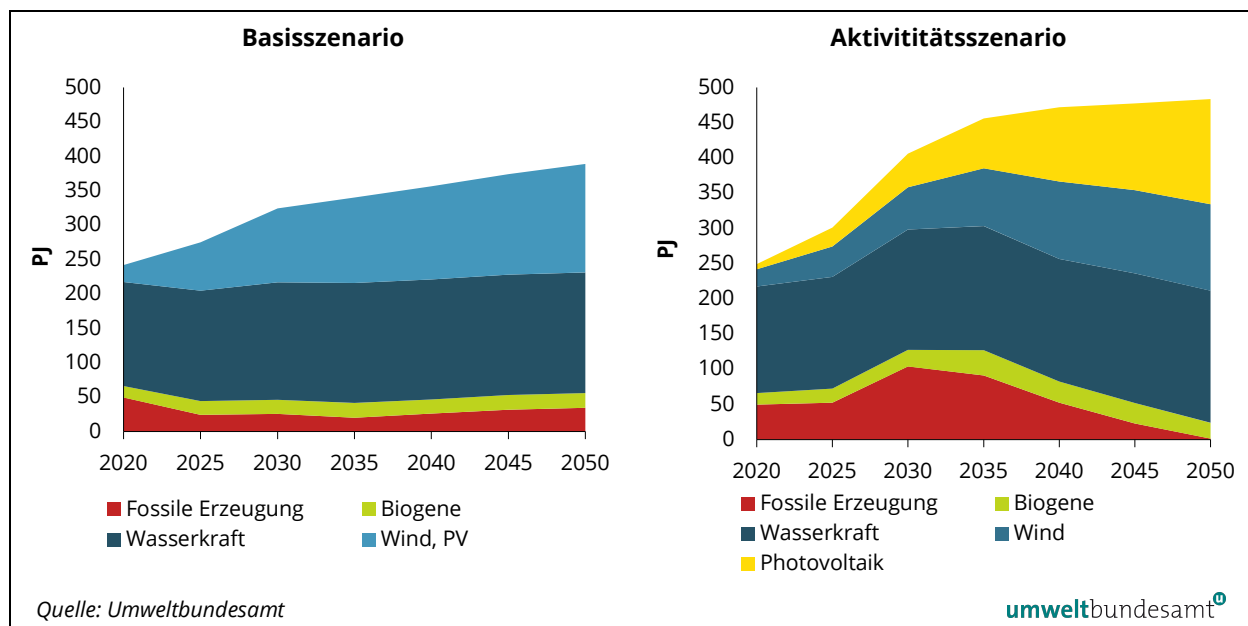
der fossilen Energieträger Öl und Gas im Aktivitätsszenario ersichtlich. Erdölprodukte werden nach 2040 noch im Flugverkehr, in der Raffinerie und in der Industrie bis 2050 verwendet. Schließlich zeigt die Abbildung, dass im Aktivitätsszenario Wasserstoff ab 2035 eine bedeutende Rolle spielen wird.

Abbildung 4: Endenergieverbrauch nach Energieträger.



Der im EAG vorgesehene Ausbaupfad erneuerbarer Stromproduktion bis 2030 ist in beiden Szenarien abgebildet. Abbildung 5 zeigt, dass im Aktivitätsszenario die Stromproduktion bis 2035 deutlich rascher ansteigt als im Basisszenario (entsprechend der starken Stromnachfrage im Aktivitätsszenario). Dabei ist der Zuwachs der Stromproduktion aus Wind und Photovoltaik (PV) bis 2030 in beiden Szenarien gleich (+108 PJ); der darüberhinausgehende Strombedarf im Aktivitätsszenario wird durch fossile Produktion gedeckt, die ab 2030 wieder sinkt. Im selben Zug kommt es im Aktivitätsszenario nach 2030 zu einem weiterhin verstärkten Ausbau von Wind und PV, sodass in diesem Szenario im Jahr 2050 100 % der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen erfolgt.

Abbildung 5: Stromproduktion nach Energieträger



3.3 Makroökonomische Ergebnisse

Vorab kann für die **makroökonomischen Ergebnisse** festgestellt werden, dass sowohl im Basisszenario als auch im Aktivitätsszenario die Wirtschaft stetig und gleichmäßig wächst²³. Es ergeben sich jedoch im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario erklärable und quantitativ kumuliert signifikante Unterschiede in den makroökonomischen Effekten. Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigen die Zeitreihen der wichtigsten makroökonomischen Parameter für Basis-szenario und Aktivitätsszenario. Es ist ersichtlich, dass besonders die Kurve der Investitionen einer Veränderungsdynamik unterliegt. Hier schlagen sich die für die Transformation notwendigen Investitionen vor allem in den Bereichen erneuerbare Energie und Gebäude (aber auch Verkehr und Industrie) direkt nieder.

Allerdings schlagen die Investitionen nur begrenzt auf Wertschöpfung und Beschäftigung durch, da sie nur etwas mehr als 20 % des BIP ausmachen. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass im Modell nur zusätzliche Investitionen eine Wirkung auf Wertschöpfung und Beschäftigung haben, das sind jene Investitionen, die durch die Transformation ausgelöst werden und über Investitionen hinausgehen, die jedenfalls – auch ohne Transformation – getätigt würden.

²³ Die in diesem Kapitel für das Basisszenario präsentierten makroökonomischen Ergebnisse berücksichtigen aufgrund des Zeitpunkts der Einbringung nicht die gesamten Effekte des EWG. Stattdessen basieren die makroökonomischen Effekte im Basisszenario auf einem Szenario, das für den Gebäudebereich die BFRG-Förderungen abbildet.

Das stärkere Wachstum von Wertschöpfung im Vergleich zu Investitionen (Abbildung 7) in beiden Szenarien erklärt sich insbesondere durch die strukturelle Verschiebung von anderen Sektoren zu den Dienstleistungssektoren im Rahmen der langfristigen strukturellen Veränderung der Wirtschaft.

Begleitend zu diesem realen Wachstum gibt es auch Inflationseffekte: Aufgrund der Dynamiken exponentiellen Wachstums sind die Preissteigerungen (siehe Abbildung 9) im Aktivitätsszenario kumuliert bis zu 10 % höher im Vergleich zum Basisszenario. Die kumulierten Lohnsteigerungen (siehe Abbildung 10) liegen auf ihrem Höhepunkt im Jahr 2040 um etwa 14 % höher als im Basisszenario. Es ist zu betonen, dass diese scheinbar großen kumulierten Effekte sich in kleine jährliche Effekte übersetzen, siehe dazu Abbildung 9 und Abbildung 10.

Abbildung 6: Wertschöpfung und Investitionen in Basisszenario und Aktivitätsszenario, real.

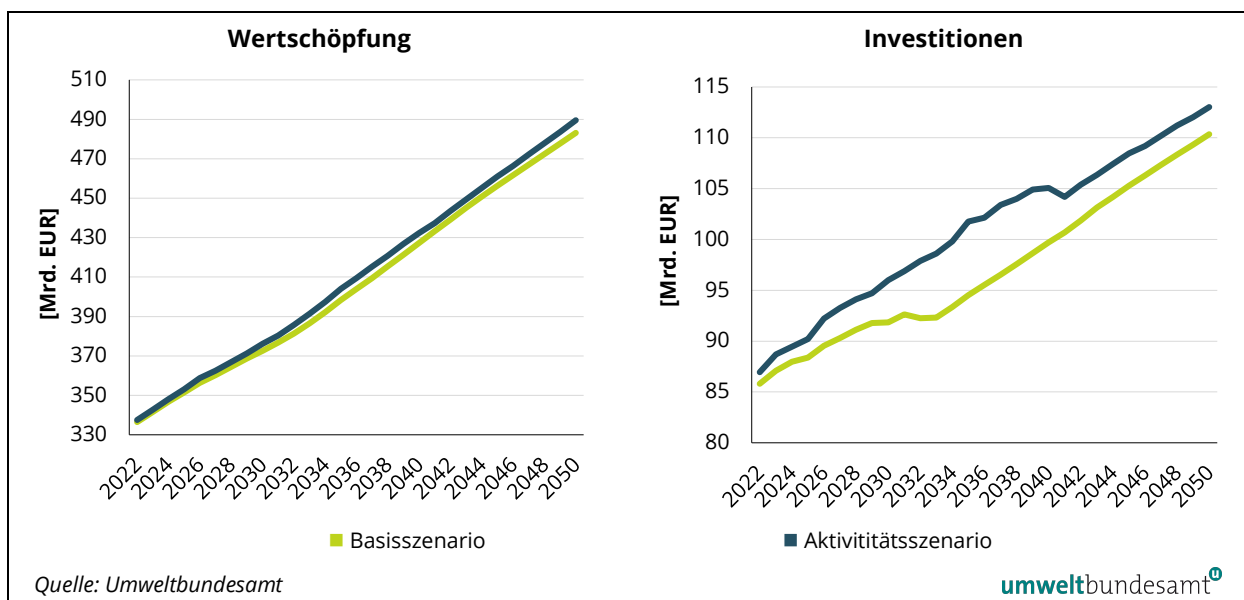


Abbildung 7: Wichtigste makroökonomische Kennzahlen als Zeitreihen in Indexform (2022=100), real.

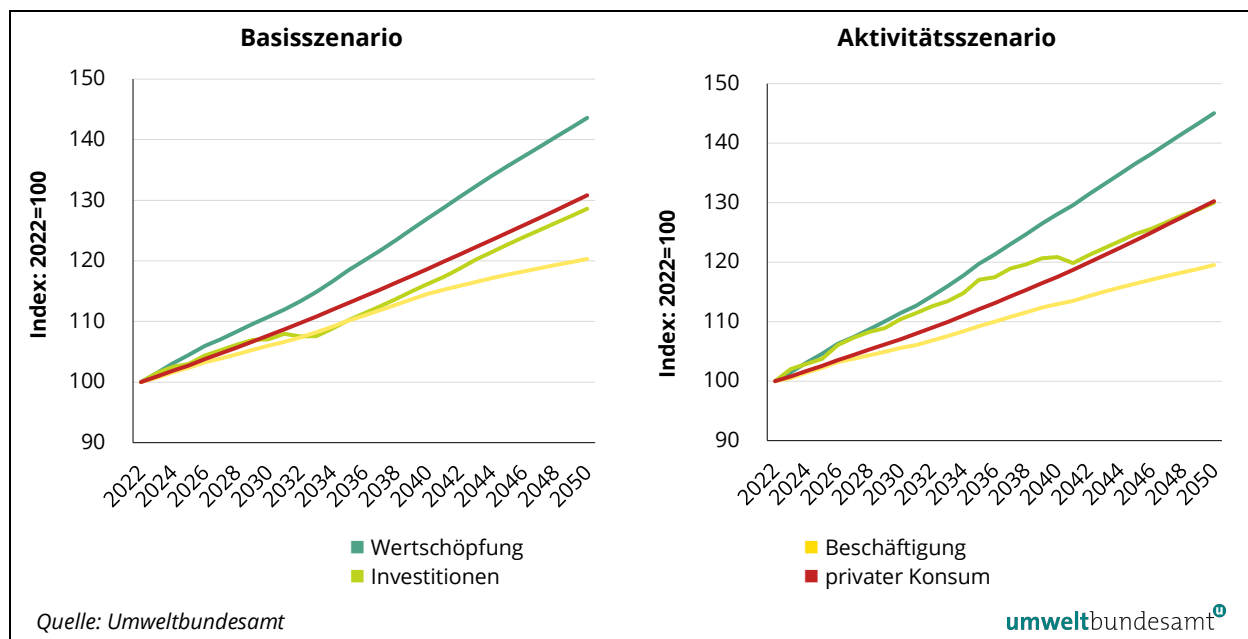
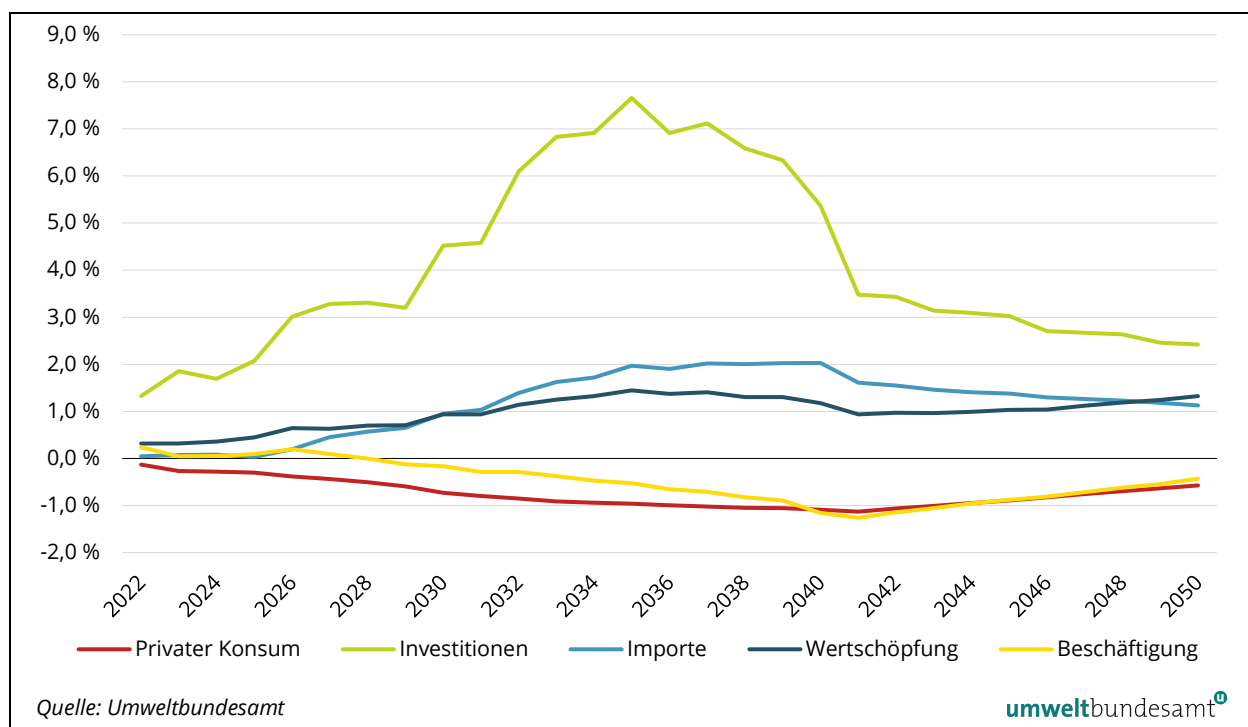


Abbildung 8: Überblick makroökonomische Wirkungen – kumulierte Veränderung im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario.



Die Unterschiede im Wachstum der makroökonomischen Aggregate, die sich zwischen den beiden Zeitreihen von Basisszenario und Aktivitätsszenario ergeben, sind in Abbildung 8 in **größerem Detailgrad** zu sehen. Insgesamt ist festzustellen, dass die gewählten klimarelevanten Maßnahmen und teils dadurch

ausgelöste Investitionen im Aktivitätsszenario positive wirtschaftliche Effekte haben. Insgesamt **wächst die Wirtschaft im Aktivitätsszenario jährlich und kumuliert stärker als im Basisszenario**. Das in Abbildung 8 sichtbare zusätzliche kumulierte **BIP-Wachstum (Wertschöpfung)** im Aktivitätsszenario beträgt im Jahr 2050 im Vergleich zum Basisszenario etwa 1,3 %. Die Steigerung der Wertschöpfung verläuft zunächst bis etwa zum Jahr 2040 parallel zu den steigenden Investitionen. Ab 2040 wirken die geringere Inflation sowie die geringeren fossilen Importe durch den Ausbau der erneuerbaren Energieträger zusammen, um das Wachstum trotz sinkender Investitionen steigen zu lassen. Der gesamte Verlauf der Zeitreihe demonstriert ein weiteres Beispiel für die oft zitierte **doppelte Dividende** der Klimatransformation: Umweltmaßnahmen zur Reduktion von THG können sich in positiven wirtschaftlichen Entwicklungen niederschlagen (**Green-Growth-Narrativ**).

Die für die Transformation notwendigen **Investitionen** steigen im Aktivitätsszenario bis 2035, dem Höhepunkt der Investitionen in die Dekarbonisierung, um beinahe 8 % im Vergleich zum Basisszenario an, danach stabilisieren sie sich auf einem höheren Niveau. Es ist zu betonen, dass das BIP-Wachstum entscheidend von einem raschen Ausbau an Kapazitäten in der erneuerbaren Stromerzeugung abhängig ist. Insbesondere ist die ab dem Jahr 2040 durch Modellannahmen determinierte günstige Entwicklung der Strompreise eine wichtige Triebkraft für das zusätzliche Wirtschaftswachstum ab 2040. Da Strom ab 2040 der mit Abstand wichtigste Energieträger in Österreich sein wird, werden die Strompreise eine große Auswirkung auf die Volkswirtschaft haben. Bei den Investitionen sind neben den anderen Maßnahmen zwei Bereiche besonders maßgeblich. Dies sind einerseits Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Stromproduktion – zunächst die Implementierung des EAG, dann die Fortführung auf hohem Niveau bzw. Steigerung der Investitionen bis 2040; ab 2040 sinken die Investitionen in erneuerbare Stromproduktion, da die Umstellung der Wirtschaft auf primär strombasierte Energieversorgung weitgehend vollzogen ist. Zum anderen werden im Aktivitätsszenario die Investitionen im Gebäudereich schlagend (Umsetzung des Szenarios "Wärmezukunft Gebäude 2050"), die in der ersten Hälfte der 2030er-Jahre am höchsten sind. Sie sinken ab 2035 (Ausstieg aus Ölheizungen abgeschlossen) und 2040 (Ausstieg aus Gasheizungen vollzogen); nach 2040 verbleiben die Investitionen für Gebäudesanierungen.

Die **Wachstumseffekte** entstehen unter anderem direkt durch die oben angeführten Investitionen, die in Zusammenhang mit der Dekarbonisierung entstehen. Wirksam werden aber auch geringere Importe von fossilen Energieträgern durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger, welche der österreichischen Volkswirtschaft Kosten für den Import von fossilen Energieträgern sparen. Zuletzt wirken auch die staatlichen Förderungen, die teils als Transfers an Haushalte gehen beziehungsweise Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen auslösen, direkt und indirekt wachstumsfördernd.

Die **Beschäftigung** sinkt im Aggregat im Aktivitätsszenario bis 2040 im Vergleich zum Basisszenario leicht um ca. 1 % kumuliert. Insgesamt **sinkt der private Konsum** kumuliert bis 2040 ebenfalls um ca. 1 %. Die **Importe** verlaufen stetig und bewegen sich de facto parallel zum Wirtschaftswachstum.

Es wirken mehrere Faktoren zusammen, die die **Beschäftigung und in der Folge auch den Konsum der privaten Haushalte leicht bremsen**. An erster Stelle erhöhen die steigenden Energiepreise, unter anderem über Weitergabe durch die Unternehmen, die Konsumpreise und somit in der Mechanik des Modells auch das Lohnwachstum. Die steigenden Preise induzieren höhere Löhne; diese bremsen die Beschäftigung ein wenig ein, welche bis 2040 um ca. 1 % hinter dem Beschäftigungswachstum im Basisszenario zurückbleibt. Hier wird der Faktor Arbeit im Produktionsprozess tendenziell durch den Faktor Kapital ersetzt, da der Faktor Arbeit durch die Lohnsteigerungen – relativ zum Faktor Kapital – teurer wird.

Weiters dämpfen höhere fossile Energiepreise den privaten Konsum; zwar fördern sie die Einführung alternativer Energieträger, sie führen aber besonders in den niedrigen Einkommensdezilen zu höheren Belastungen und Konsumeinbußen. Diese Verteilungseffekte sollten jedenfalls weiter analysiert werden, um sozialpolitische Optionen darstellen und beurteilen zu können.

Schließlich trägt auch die hohe Kapitalintensität der für die Transformation notwendigen Arbeiten zur Verschiebung in der Produktionsstruktur vom Faktor Arbeit zum Faktor Kapital bei. Zwar haben manche der Maßnahmen, wie z. B. die thermische Sanierung von Gebäuden, einen hohen Anteil an Arbeitsinput, andere jedoch – wie der hier sehr wesentliche Ausbau erneuerbarer Stromproduktion – haben sehr starken Kapitalinput, z. B. der Ausbau von Windrädern für die erneuerbare Stromerzeugung. Dies bewirkt, zusammen mit den oben beschriebenen Lohnsteigerungen, eine Verschiebung vom Faktor Arbeit zum Faktor Kapital. Allerdings ist aufgrund der – durch die Entwicklung der Strompreise mitbedingten – sich ab **dem Jahr 2040 verringernden Inflation eine relative Verbesserung von Beschäftigung und Konsum** im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario festzustellen. Bis zum Jahr 2050 sind die temporären, leichten kumulierten Verluste in Beschäftigung und Konsum im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario beinahe wieder kompensiert (siehe Abbildung 8).

Die **Strompreise** wirken als einer der **Haupttreiber** auf die Konsumpreise. Sie steigen im Aktivitätsszenario bis 2040 deutlich stärker als im Basisszenario, sinken aber ab 2040 und liegen 2050 unter dem Niveau im Basisszenario (siehe Tabelle 3). Steigende Konsumpreise wiederum schlagen sich in höheren Löhnen nieder, die jährlich **geringe Inflationssteigerungen** erzeugen (im Mittel nur ca. 0,5 Prozentpunkte höhere jährliche Inflation im Aktivitätsszenario), aber kumuliert über die Periode bis 2040 doch Wirkung entfalten. Ab 2040 jedoch, unter anderem induziert durch das Sinken der Strompreise im Aktivitätsszenario, wo eine gewisse Entspannung am Strommarkt im Vergleich zum Basisszenario eintritt, **sinkt die jährliche Preis- und Lohninflation im Aktivitätsszenario im Vergleich zum Basisszenario wieder** (siehe Abbildung 9). Ab 2040 beginnen durch die dann im Aktivitätsszenario niedrigere jährliche Inflation Beschäftigung und Konsum wieder zu wachsen (siehe Abbildung 8). Dies demonstriert den direkten Effekt von Inflation auf Wachstum, Beschäftigung und Konsum, wie er in MIO-ES abgebildet ist.

Abbildung 9: Konsumpreisinflation (gemessen als VPI) kumulierter Vergleich Basisszenario und Aktivitätsszenario.

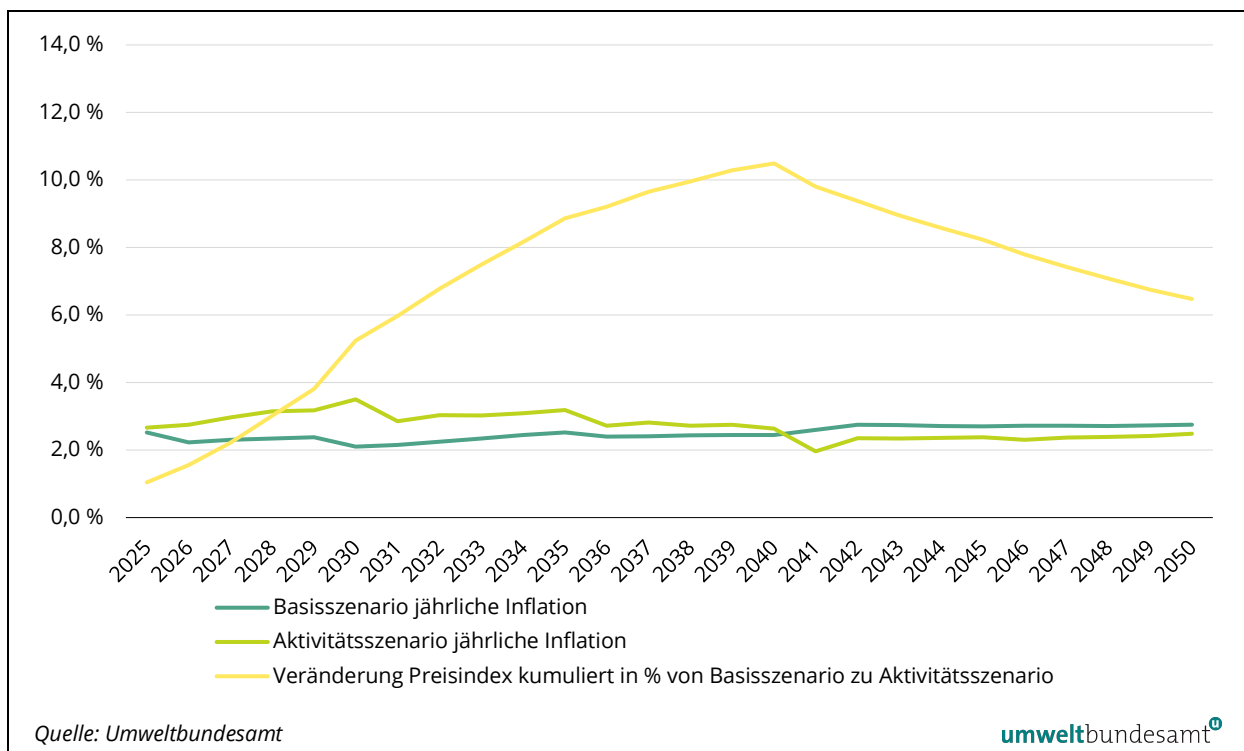
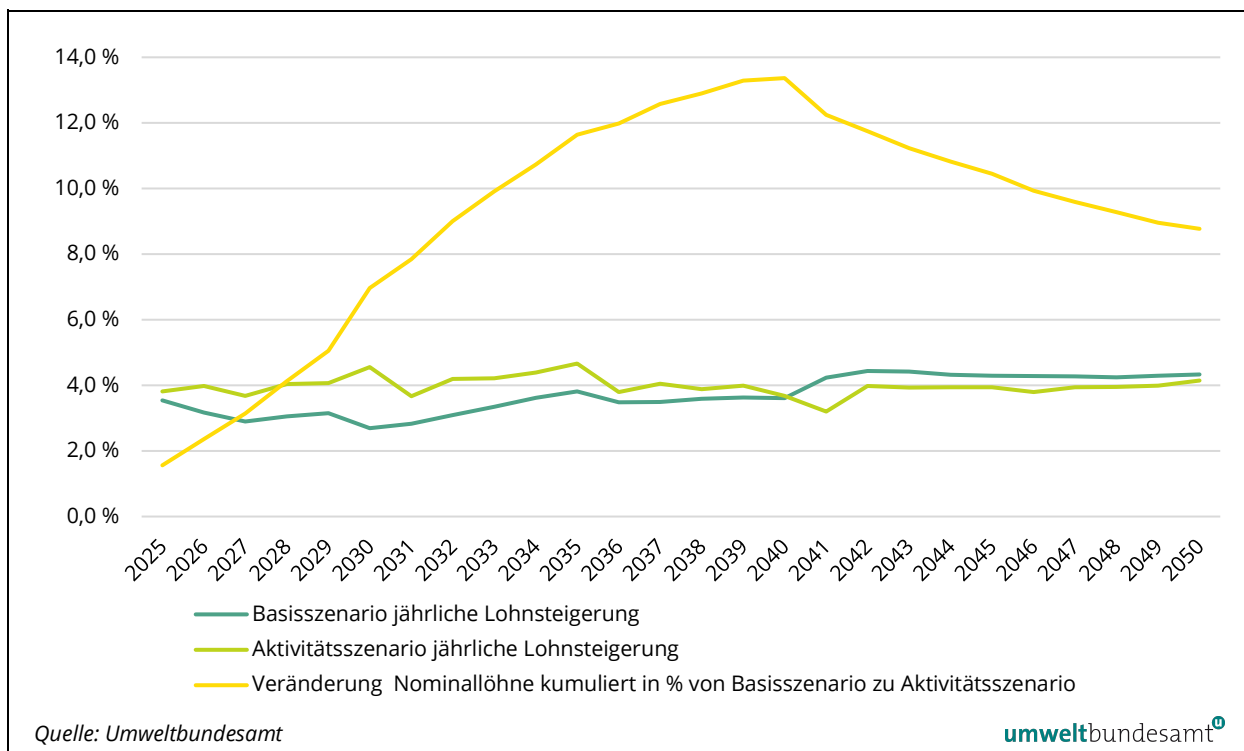


Abbildung 10: Lohnsteigerungen in Basisszenario und Aktivitätsszenario im Vergleich, kumulierte Unterschiede.



4 AUSBLICK

In diesem Projekt wurden zum ersten Mal die mit dem MIO-ES gerechneten Szenarien des Umweltbundesamts mit den langfristigen Szenarien des WIFO-DELTA-Modells kombiniert. In mehreren Runden wurden Annahmen und Ergebnisse aus beiden Modellen aufeinander abgestimmt. Zunächst wurde der Wirtschaftswachstumspfad des MIO-ES-Modells auf Wachstumsraten von DELTA kalibriert. Danach wurden die oben beschriebenen Energie- und Emissionsszenarien mit dem MIO-ES gerechnet. Schließlich flossen ausgewählte ökonomische Parameter aus dem MIO-ES als Input in das Aktivitätsszenario der langfristigen Budgetprognose des WIFO-DELTA-Modells ein: Wertschöpfung, Beschäftigung, Veränderung der Arbeitslosenrate, Konsumpreisinflation und Lohnentwicklungen.

Auf Basis des vorliegenden Pilotprojekts könnte das MIO-ES-Modell – nach weiteren Abstimmungen mit den Datengrundlagen bzw. Anforderungen des BMF – in u. a. folgenden Bereichen weiterentwickelt werden:

- Ausweitung des Zeithorizonts des MIO-ES-Modells über 2050 hinaus
- Integration eines voll ausgestalteten Strommarktmodells im MIO-ES
- Nochmals verbesserte Abbildung der öffentlichen Investitionen sowie der Förder- und Anreizlandschaft im MIO-ES
- Darstellung bestimmter Steuern, wie z. B. MÖSt, im MIO-ES über die Kategorien der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) hinaus
- Integration der bereits geplanten und laufenden Arbeiten würden auch das Einarbeiten neuer Szenarien (WEM, WAM 2023, LULUCF 2024) bzw. neuer politischer Zielsetzungen, Pläne, Strategien und Gesetze in das MIO-ES umfassen (z. B.: NEKP 2023).

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Im Auftrag des Bundesministeriums für Finanzen haben Umweltbundesamt-Expert:innen zwei Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen erstellt: ein Basisszenario und ein Aktivitätsszenario (das die energie-wirtschaftliche Transformation abbildet). Für 2030 liegen die Emissionen Österreichs im Basisszenario rund 10,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente über dem EU-Ziel, im Aktivitätsszenario rund 6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente da-runter.

In beiden Szenarien ergibt sich durch die Modellberechnungen ein stetiges Wirtschaftswachstum. Die Investitionen liegen im Aktivitätsszenario deutlich, die Wertschöpfung leicht über dem Niveau des Basisszenarios. Beschäftigung und privater Konsum werden etwas durch das höhere Preis- und Lohnniveau im Aktivitätsszenario gebremst. Ab 2040 senken niedrigere Strompreise die jährliche Preis- und Lohninflation im Aktivitätsszenario und Beschäftigung und Konsum wachsen stärker als im Basisszenario.