

Energie und Treibhausgas-
szenarien zum Nationalen
Energie- und Klimaplan 2024

WEM 2024 und WAM 2024
mit Zeitreihen von 2020 bis 2050

ENERGIE- UND TREIBHAUSGAS- SZENARIEN ZUM NATIONALEN ENERGIE- UND KLIMAPLAN 2024

***WEM 2024 und WAM 2024
mit Zeitreihen von 2020 bis 2050***

Thomas Krutzler
Raphael Wasserbaur
Ilse Schindler

REPORT
REP-0951

WIEN 2024

Projektleitung Thomas Krutzler

Autor:innen Michael Anderl, Siegmund Böhmer, Elisa Freisinger, Michael Gössl, Bernd Gugele, Christian Heller, Holger Heinfellner, Günther Lichtblau, Wolfgang Schieder, Ilse Schindler, Michaela Stiefmann, Sigrid Svehla-Stix, Florian Teurezbacher, Johanna Vogel, Raphael Wasserbauer, Herbert Wiesenberger, Ralf Winter, Andreas Zechmeister (Umweltbundesamt)

Andreas Müller (e-think)

Paul Pfaffenbichler (TU Wien/IVV)

Michael Schwingshackl, Stefan Hausberger (TU Graz/ITnA)

Lektorat Ira Mollay

Layout Felix Eisenmenger

Umschlagfoto © Sean Gladwell – Fotolia.com

Auftraggeber Diese Publikation wurde im Auftrag des BMK erstellt.

Synthesebericht unter Verwendung der Ergebnisse der Teilberichte:

- e-think: Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf der Kleinverbraucher
- ITnA/TU Graz: Szenario WAM-NEKP - Verkehr

Publikationen Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter:
<http://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, 2024

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-797-2

INHALTSVERZEICHNIS

ENERGIE- UND TREIBHAUSGAS-SZENARIEN ZUM NATIONALEN ENERGIE- UND KLIMAPLAN 2024.....	2
WEM 2024 und WAM 2024 mit Zeitreihen von 2020 bis 2050	2
INHALTSVERZEICHNIS	4
ZUSAMMENFASSUNG	6
SUMMARY	14
1 EINLEITUNG.....	22
2 VERGLEICH DER SZENARIEN 2024 UND ÖKONOMISCHE EFFEKTE ...	26
2.1 Maßnahmen	26
2.2 THG-Emissionen.....	34
2.3 Bruttoinlandsverbrauch	38
2.4 Energetischer Endverbrauch	41
2.4.1 Anteil Erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch ...	43
2.4.2 Energetischer Endverbrauch – Gebäude.....	44
2.4.3 Energetischer Endverbrauch – Verkehr	46
2.4.4 Energetischer Endverbrauch – Landwirtschaft.....	48
2.4.5 Energetischer Endverbrauch – Industrie	49
2.5 Elektrische Energie.....	51
2.5.1 Strombedarf.....	51
2.5.2 Stromerzeugung.....	52
2.6 Erneuerbare Gase.....	54
2.6.1 Wasserstoff.....	54
2.6.2 Biomethan	55
2.7 Fernwärme.....	56
2.8 Eisen- und Stahlindustrie.....	57
2.9 Ökonomische Entwicklungen.....	58
3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	62
4 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	63
5 TABELLENVERZEICHNIS	65
6 LITERATUR	67

ANHANG 1 – KOPPLUNG DER MODELLE UND KURZBESCHREIBUNGEN DER MODELLE	73
Modell MIO-ES – CESAR/Umweltbundesamt.....	73
Modell EISSEE – Umweltbundesamt	74
Modell INVERT/EE-Lab – e-think	75
Modell MARS – TU Wien/IVV.....	76
Modell NEMO – TU Graz/ITnA.....	78
Modell GEORG – TU Graz/ITnA	79
ANHANG 2 – VERGLEICH WEM 2024 UND WEM 2023	81
ANHANG 3 – TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER SZENARIEN VON 1990 BIS 2050.....	84

ZUSAMMENFASSUNG

Szenarien über den Energieeinsatz sowie die Entwicklung der österreichischen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) dienen als Grundlage zur Erfüllung der EU-Berichtspflichten und als Input für Diskussionen und politische Entscheidungsfindungen zur Umsetzung von Maßnahmen hinsichtlich der nationalen Zielerreichung der 2030er-Ziele entsprechend dem Fit-for-55-Paket sowie der Klimaneutralität Österreichs bis 2040.

- Projektkonsortium** Als Basis für die Berechnung der Treibhausgasemissionen wurde von einem Konsortium ein Modellsystem entwickelt, das mehrere Sektormodelle verknüpft und mit einem makroökonomischen Modell energiewirtschaftliche sowie makroökonomische Entwicklungen berechnen kann. Das Konsortium setzt sich aus dem Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme (ITnA) der TU Graz, dem Institut für Verkehrswissenschaften (IVV) der TU Wien und dem Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think) sowie dem Umweltbundesamt zusammen.
- Projektbeirat** Ein Projektbeirat mit Vertreter:innen des BMK, BMF, BML, BMBWF, BMAW, BKA und der Bundesländer sowie von WKO, LK, OE, EEÖ, IV, AK und ÖGB begleitete das Projekt, um Input und Feedback zu geben.
- Treibhausgas-Szenarien** Basierend auf den Energieszenarien und weiteren Projektionsmodellen für die Sektoren Landwirtschaft (basierend auf Modellergebnissen des WIFO), Abfall, F-Gase, Diffuse Emissionen und Lösemittel (jeweils Umweltbundesamt) wurden für sämtliche Treibhausgas-Sektoren nationale Energie- und Treibhausgas-Emissionsszenarien bis 2050 entwickelt.
- Die Republik Österreich hat 2024 den Nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) nach Artikel 14 der Verordnung (EU) 2018/1999 („Governance-Verordnung“) an die Europäische Kommission übermittelt. In dem Plan wird u. a. aufgezeigt, welche Maßnahmen in Österreich zur Erreichung seiner unionsrechtlichen Ziele 2030 im Klima- und Energiebereich vorgesehen sind. Die Wirkung dieser Maßnahmen wurde durch das Umweltbundesamt gemäß den Vorgaben der Governance-Verordnung analytisch bewertet. Dabei werden die Ergebnisse anhand von zwei Szenarien dargestellt.
- Szenario WEM 2024** Im Szenario WEM (with existing measures) wurden jene Maßnahmen berücksichtigt, die vor dem 1. Jänner 2022 umgesetzt bzw. rechtlich verankert wurden. Für die Entwicklung der Energiepreise sowie der CO₂-Zertifikatspreise wurden die Empfehlungen der EU-Kommission herangezogen. Zusätzlich zu den Maßnahmen wurden aber auch aktuelle Trends in allen Sektoren abgebildet. In das Szenario WEM 2024 wurden die aktuell verfügbaren historischen Daten aus der Energiebilanzen 1970–2022 (Statistik Austria, 2023) und der Österreichischen Luftschadstoffinventur 2024 (Umweltbundesamt, 2024) inkludiert.
- Szenario WAM 2024** Im Szenario WAM 2024 (with additional measures) wurden die Maßnahmen aus dem Nationalen Energie- und Klimaplan 2024 abgebildet (BMK, 2024). Eine Umsetzung aller angeführten Maßnahmen wurde in der Modellierung hinterlegt.

Zusätzlich zu den modellierten Maßnahmen werden bei den THG-Emissionen im WAM 2024 folgende **nicht modellierte Maßnahmen** abgebildet, die im Effort-Sharing-Bereich (VO (EU) 2023/857) wirksam werden: 0,5 Mio. Tonnen CO₂-äq aus CCS/U und 2 Mio. Tonnen CO₂-äq aus der Abschaffung kontraproduktiver Förderungen. Für beide Maßnahmen liegen noch keine Detailangaben hinsichtlich der konkreten Umsetzung vor.

Tabelle A: Zusammenfassung der wichtigsten Kennzahlen zu den Szenarien und zum NEKP.

Angaben in	Bilanz/ OLI	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024			Ziele	
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030
PJ	EEV	1.066	1.106	1.052	1.038	1.033	948	884	904-920
	BIV	1.357	1.403	1.341	1.336	1.324	1.221	1.147	
%	Anteil erneuerbare Energie am BEEV*	34	44	50	53	57	74	87	57
	Anteil erneuerbare Stromerzeugung am Verbrauch	69	87	93	93	103	99	96	100
Mio t CO ₂ -äq	THG	72,8	65,8	57,0	53,1	51,9*	34,1*	22,4*	
	THG Effort Sharing	46,2	40,0	31,8	28,3	30,7*	18,2*	11,6*	29,6**
%	Reduktion Effort Sharing ggü. 2005	-19	-30	-44	-50	-46*	-68*	-80*	-48**

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

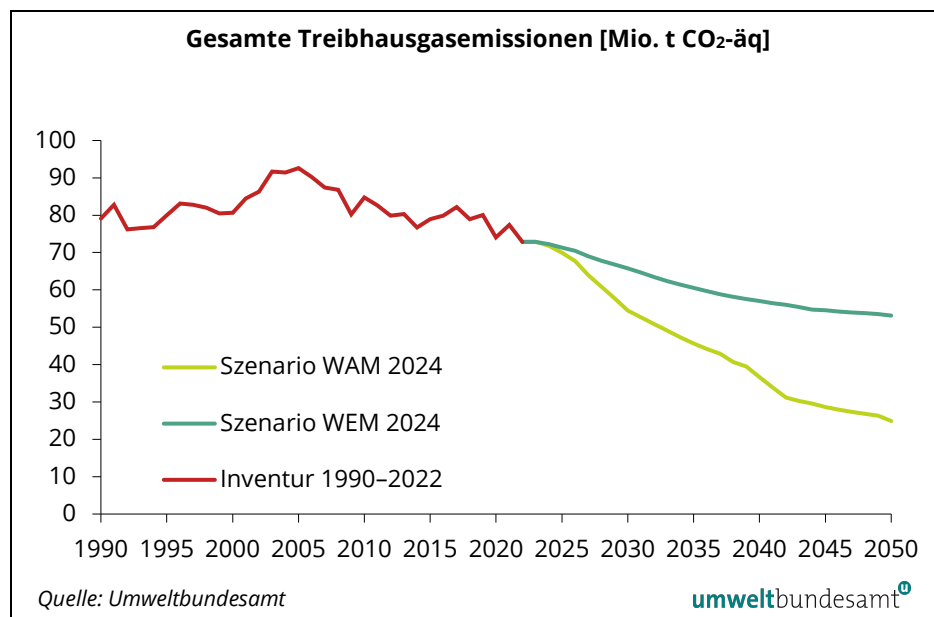
* Werte abzüglich 2,5 Mio. Tonnen CO₂-äq für nicht modellierte Maßnahmen (CCS/U und kontraproduktive Förderungen).

** Unter Berücksichtigung des ETS-Flexibilitätsmechanismus erhöht sich der Zielwert auf 30,7 Mio. Tonnen CO₂-äq und wird dadurch eingehalten (BMK, 2024). Das -48 %-Reduktionsziel verändert sich dadurch auf -46 %.

THG-Emissionen Im Jahr 2022 betragen die Gesamtemissionen 72,8 Mio. Tonnen CO₂-äq (siehe Abbildung A). Im **Szenario WEM 2024** werden 2030 65,8 Mio. Tonnen CO₂-äq, im Jahr 2040 57,0 Mio. Tonnen CO₂-äq emittiert. Das Reduktionsziel der EU für Emissionen außerhalb des EU-Emissionshandelssystems (EU-ETS), das in der Effort Sharing Regulation (ESR) (VO (EU) 2023/857) festgelegt ist, wird im Szenario WEM 2024 im Jahr 2030 deutlich verfehlt (siehe Tabelle A bzw. Abbildung A).

THG-Ziel 2030 mit Flexibilitätsklausel erreicht Im **Szenario WAM 2024** liegen die THG-Gesamtemissionen nach Abzug der nicht modellierten THG-Reduktion von 2,5 Mio. Tonnen CO₂-äq im Jahr 2030 bei 51,9 Mio. Tonnen CO₂-äq, 2040 bei 34,1 Mio. Tonnen CO₂-äq und 2050 bei 22,4 Mio. Tonnen CO₂-äq. Im Jahr 2040 betragen die Emissionen außerhalb des EU-ETS 18,2 Mio. Tonnen CO₂-äq und 2050 11,6 Mio. Tonnen CO₂-äq. Die Treibhausgasemissionen im Effort-Sharing-Bereich sind im Jahr 2030 um 46 % unter dem Niveau von 2005. Unter Inanspruchnahme von ETS-Flexibilitätsmechanismen (Artikel 6, VO (EU) 2018/842) wird im Szenario WAM das Reduktionsziel für Österreich erreicht.

Abbildung A: Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen der Szenarien 1990 bis 2050 ohne nicht modellierte Maßnahmen.



Bruttoinlandsverbrauch

Im **Szenario WEM 2024** zeigt sich durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger (keine Umwandlungsverluste bei Wind und PV) und durch Effizienzmaßnahmen trotz wachsender Bevölkerung und wirtschaftlicher Aktivität eine relativ stabile Entwicklung des Bruttoinlandsverbrauchs¹ (BIV) bis 2040 (siehe Abbildung B).

Im **Szenario WAM 2024** verringert sich der BIV bis 2030 um 2,4 % und bis 2040 um 10 % gegenüber dem Jahr 2022. Der Rückgang erfolgt durch allgemeine Effizienzmaßnahmen und Umstellungen bei der Produzierung sowie durch die Umstellung in der Eisen- und Stahlindustrie (siehe Abbildung B). Die Umwandlungsverluste sinken durch den starken Ausbau erneuerbarer Energieträger (v. a. Wind und PV).

Endenergieverbrauch

Der energetische Endverbrauch² (EEV) im **Szenario WEM 2024** zeigt zwischen 2022 und 2030 eine Steigerung. Danach wird der Trend umgekehrt und der EEV sinkt bis 2040 unter das Niveau von 2022 (siehe Abbildung B bzw. Tabelle B).

Im **Szenario WAM 2024** sinkt der EEV zwischen 2022 und 2030 um 3 % und zwischen 2022 und 2040 um 11 % (vgl. Tabelle B). Das Energieeffizienzziel des Bundes gemäß Bundes-Energieeffizienzgesetz (BGBL. I Nr. 59/2023), das einen Endenergieverbrauch von 920 PJ im Jahr 2030 festlegt, wird allerdings verfehlt.

¹ Der Bruttoinlandsverbrauch ist der gesamte Energiebedarf eines Landes. Er umfasst den Verbrauch des Sektors Energie, Netz- und Umwandlungsverluste und den energetischen Endverbrauch EUROSTAT (2023b).

² Der energetische Endverbrauch ist der Gesamtenergieverbrauch der Endnutzer, ohne den Verbrauch der Energiewirtschaft EUROSTAT (2023a).

Kurzbeschreibung wesentlicher Maßnahmen im Szenario WAM 2024***Cross-cutting***

Sektorübergreifend wirkt das Nationale Emissionszertifikatehandelsgesetz, das durch die Bepreisung von fossilen CO₂-Emissionen eine Steigerung der Energieeffizienz und den Wechsel auf nicht-fossile Energieträger bewirkt.

Das niedrigere Cap im EU-Emissionshandel für Industrie und Energieanlagen gemäß ETS-Revision wurde durch höhere CO₂-Zertifikatspreisannahmen im Vergleich zum Szenario WEM 2024 berücksichtigt.

Die Fördermittel von u. a. Umweltfördergesetz und Klima- und Energiefonds wurden auf dem Niveau von 2024 bis 2030 prolongiert.

Das Kommunalinvestitionsgesetz 2023 führt in Zusammenhang mit anderen Förderungen zu einer Erhöhung der thermischen Renovierung.

Energie & Industrie

Im Sektor Energie wurde ein zusätzlicher Ausbau gegenüber dem EAG von 2 TWh Strom aus Windkraft und weiteren 6 TWh aus Photovoltaik angenommen. Für das Jahr 2035 wurde das geplante Einsatzziel von 15 TWh erneuerbaren Gases (Biomethan und Wasserstoff) modelliert. Dazu wurde u. a. bis 2030 die Errichtung von 1 GW_{el} an Elektrolysekapazitäten zur Herstellung von grünem Wasserstoff angenommen. Geothermieanlagen und Großwärmepumpen werden vor allem im Raum Wien ausgebaut und tragen 2030 1,9 TWh zur Fernwärmebereitstellung bei.

Im Sektor Industrie ersetzt Wasserstoff, der zum Teil importiert wird, fossiles Gas entsprechend der Wasserstoffquote in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie.

Verkehr

Im Sektor Verkehr sinken Energieverbrauch und Emissionen durch die zunehmende Elektrifizierung der Flotten aufgrund der EU-Flottenziele für alle Fahrzeugkategorien. Die Elektrifizierung trägt zusammen mit dem Einsatz von alternativen Kraftstoffen zur Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energieträger bei (sowohl im Sektor Verkehr als auch Österreich gesamt).

Zur Verlagerung von Pkw-Verkehr wird das Angebot öffentlichen Verkehrs ausgeweitet, sodass mindestens eine Haltestelle im Umkreis von 750 Metern jedes Wohnortes liegt. Um das Teilen von Fahrzeugen zu verstärken, werden österreichweit 4.650 Fahrzeuge angeboten. Auch das Mitfahren in Autos und die Förderung von Fuß- und Radverkehr reduzieren die von Pkw zurückgelegten Wege.

Im Güterverkehr bewirkt die Ökologisierung der Lkw-Maut im Zuge der neuen EU-Wegekostenrichtlinie durch die Bepreisung von fossilen Emissionen einen Rückgang des Energieverbrauchs.

Gebäude

Im Sektor Gebäude bewirken die Umsetzungen der EU-Gebäuderichtlinie, der neuen OIB-Richtlinien und des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausstieg aus fossilen Heizsystemen.

Über die OIB-Richtlinie werden österreichweite Vorgaben zur Gesamtenergieeffizienz von Neubauten und bestehenden Gebäuden etabliert.

Im Neubau sind ab 2024 keine Gasheizungen mehr zugelassen. Ab 2030 werden Nullemissionsgebäude verpflichtend.

Tabelle B: Energetischer Endverbrauch nach Sektoren und Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Sektoren	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Verkehr	362	357	297	280	337	268	238
	Industrie	308	340	348	347	320	320	297
	Gebäude	383	395	389	393	365	348	337
	Landwirtschaft	12	15	17	17	11	12	13
	Energetischer Endverbrauch	1.066	1.106	1.052	1.038	1.033	948	884

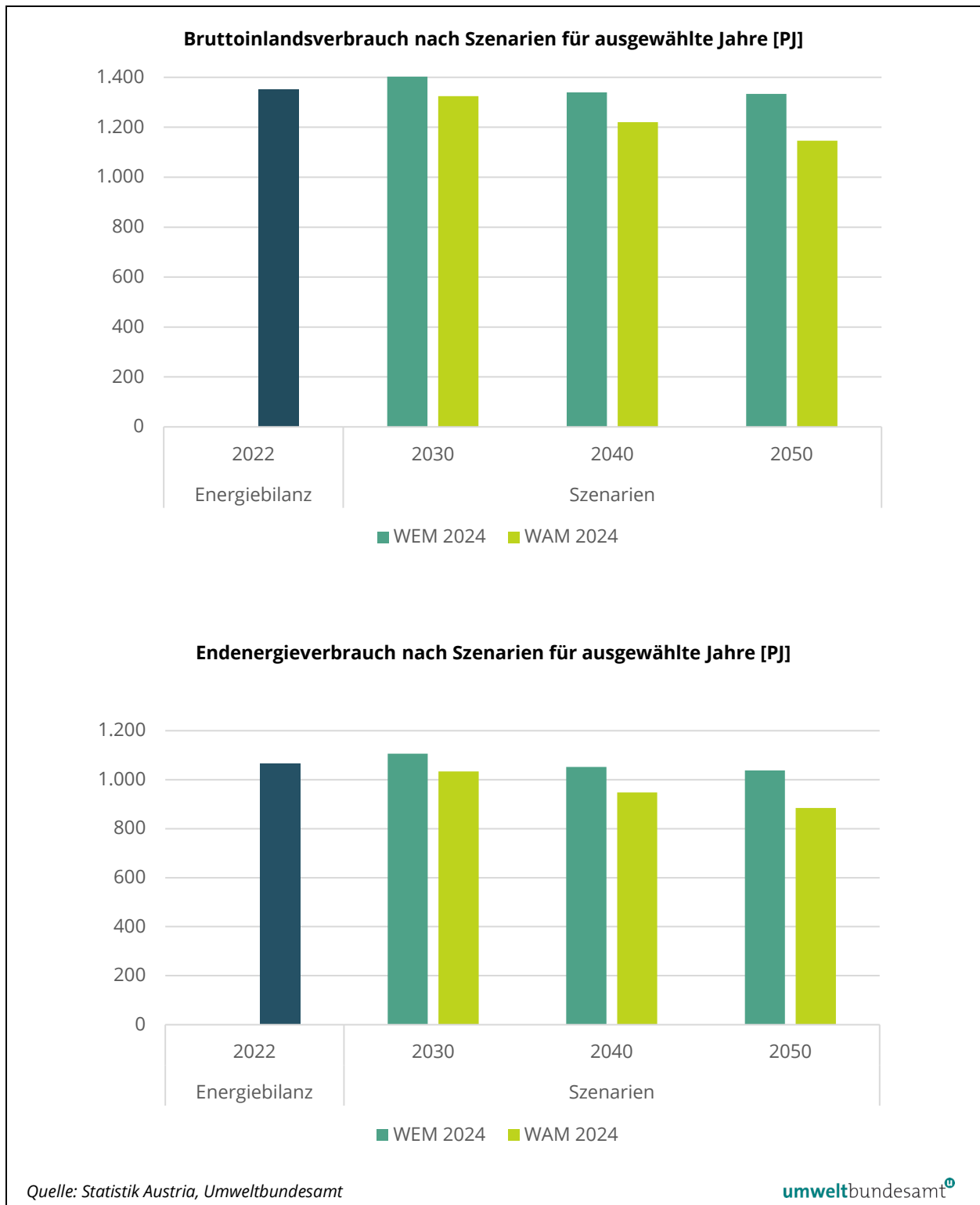
Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

Tabelle C: Relative Änderung des Endverbrauchs nach Sektoren und Szenarien bezogen auf das Jahr 2022 (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Sektoren	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Verkehr	362	-2 %	-18 %	-23 %	-7 %	-26 %	-34 %
	Industrie	308	10 %	13 %	13 %	4 %	4 %	-4 %
	Haushalte	278	3 %	0 %	-1 %	-4 %	-9 %	-15 %
	Dienstleistungen	104	5 %	6 %	12 %	-5 %	-8 %	-4 %
	Landwirtschaft	12	21 %	34 %	36 %	-9 %	-1 %	2 %
	Relative Änderung EEV	1.066	4 %	-1 %	-3 %	-3 %	-11 %	-17 %

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

Abbildung B: Bruttoinlandsverbrauch und Endenergieverbrauch aller Szenarien 2022–2050.



erneuerbarer Strom In beiden Szenarien wird der erneuerbare Strom ausgebaut (siehe Abbildung C und Tabelle D/E), daher steigt auch der Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch (siehe Tabelle A).

Kapazitätsausbau bei Wind und PV Für den Ausbau von Wind und PV bis ins Jahr 2030 wird im **Szenario WEM** ein Ausbau entsprechend des Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes (EAG) (BMK, 2024,

BGBl. I Nr. 150/2021) angenommen. Im **Szenario WAM** werden zusätzlich zu den EAG-Zielen +8 TWh (+2 TWh Wind; +6 TWh PV) ausgebaut.

erneuerbare Gase

Entsprechend der Wasserstoffstrategie (BMK, 2022b) wird die Leistung zur Wasserstoffherstellung im Szenario WAM bis 2030 auf 1 GW_{el} ausgebaut, bis 2040 auf 1,9 GW_{el}. Im Szenario WAM beträgt der Bedarf an Wasserstoff im Jahr 2030 14 PJ (4 TWh) und im Jahr 2040 51 PJ (14 TWh). Bis 2030 stehen 17 PJ (4,8 TWh) Biomethan aus inländischer Aufbringung zur Verfügung und bis 2040 36 PJ (10 TWh).

Infrastruktur-Anpassung

Eine Konsequenz dieser Neuausrichtung des Energiesystems ist, dass die Infrastruktur für Energieproduktion, Speicherung und Übertragung entsprechend angepasst wird. Dieser Ausbau erfordert eine ganze Reihe von Maßnahmen, wie zum Beispiel die Ausweisung von Eignungszonen für erneuerbare Stromproduktionsanlagen, beschleunigte Verfahren sowie den Ausbau der Übertragungsnetze und Energiespeicher (BMK, 2023c).

Abbildung C: Anstieg der Stromerzeugung aus Wind und PV seit 2010 und in den Szenarien.

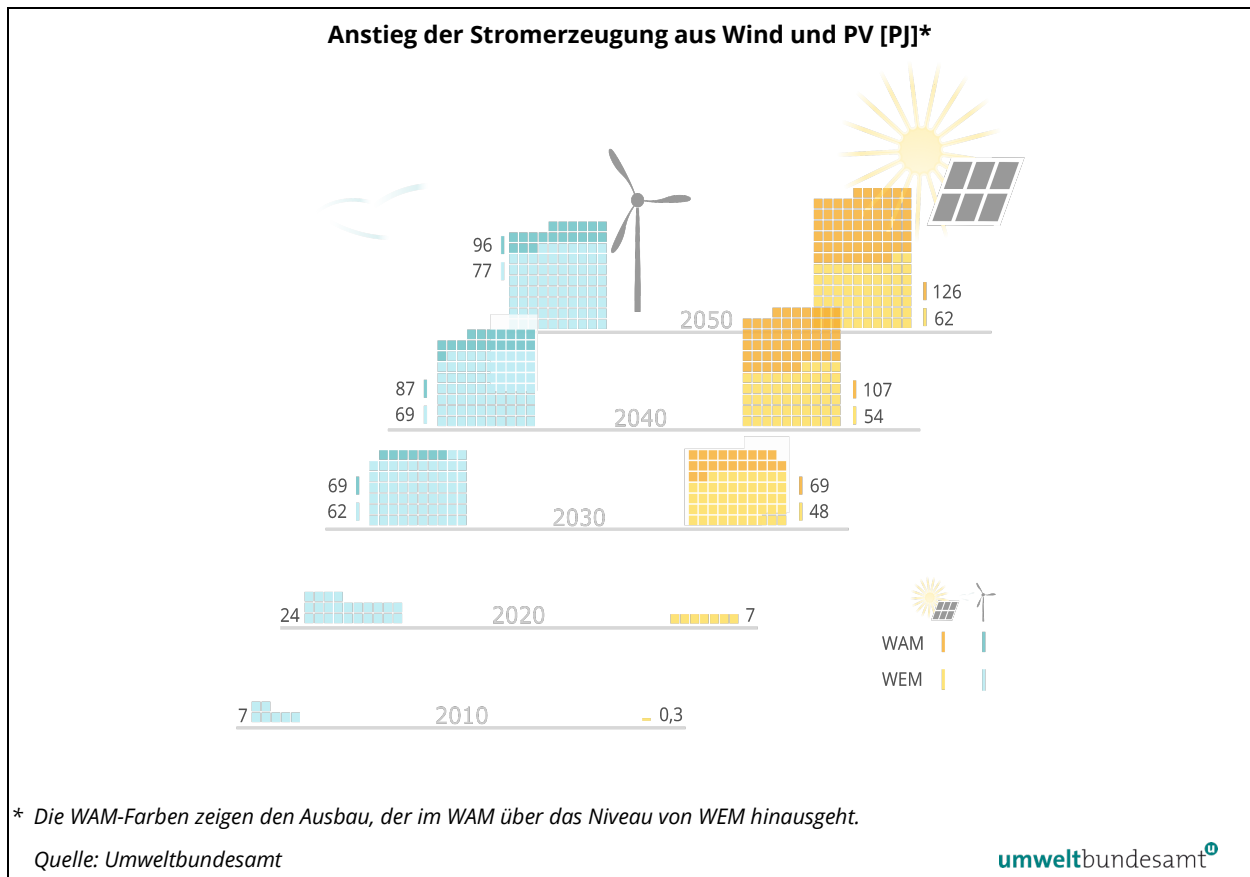


Tabelle D: Stromerzeugung nach Energieträgern und Szenarien für ausgewählte Jahre in TWh (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in TWh	Energieträger	Energiebilanz	Szenario WEM			Szenario WAM		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Fossil	14	8	8	8	6	4	4
	Wasserkraft	35	47	48	48	47	49	49
	Biomasse (inkl. Biomethan)	5	6	6	6	6	6	6
	Umgebungswärme etc.*	0	0	0	0	0	0	0
	Photovoltaik	4	13	15	17	19	30	35
	Wind	7	17	19	22	19	24	27
	Wasserstoff	-	0	0	0	0	0	0
	Stromerzeugung gesamt	65	92	96	101	97	112	120
	Nettoimporte	9	-4	6	11	-9	-3	1

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Umgebungswärme etc. summiert Umgebungswärme, Geothermie, Solarthermie und Reaktionswärme.

Tabelle E: Stromerzeugung nach Energieträgern und Szenarien für ausgewählte Jahre in PJ (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energieträger	Energiebilanz	Szenario WEM			Szenario WAM		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Fossil	51	30	27	29	23	14	14
	Wasserkraft	125	170	174	174	170	176	176
	Biomasse (inkl. Biomethan)	17	20	21	23	20	20	20
	Umgebungswärme etc.*	0	-	-	-	-	-	-
	Photovoltaik	14	48	54	62	69	107	126
	Wind	26	62	69	77	69	87	96
	Wasserstoff	-	-	-	-	-	-	-
	Stromerzeugung gesamt	233	330	346	365	351	403	432
	Nettoimporte	31	-16	21	41	-32	-10	4

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Umgebungswärme etc. summiert Umgebungswärme, Geothermie, Solarthermie und Reaktionswärme.

SUMMARY

Scenarios on energy use and the development of Austrian greenhouse gas emissions (GHG emissions) serve as a basis for fulfilling EU reporting obligations and as input for discussions and political decision-making on the implementation of measures with regard to the national achievement of the 2030 targets in accordance with the Fit for 55 package and Austria's climate neutrality by 2040.

project consortium As a basis for calculating greenhouse gas emissions, a consortium developed a model system that links several sector models and can calculate energy and macroeconomic developments using a macroeconomic model. The consortium consists of the Institute of Thermodynamics and Sustainable Drive Systems (ITnA) at Graz University of Technology, the Institute for Transport Studies (IVe) at the University of Natural Resources and Life Sciences and the Center for Energy Economics and Environment (e-think) as well as the Umweltbundesamt – Environment Agency Austria.

project advisory board A project advisory board with representatives from the the Ministry for Climate Action (BMK), the Federal Chancellery of Austria (BKA), the Ministry of Finance (BMF), the Ministry of Agriculture (BML), the Ministry of Education, Science and Research (BMBWF), the Ministry of Labour and Economy (BMAW), the nine provinces of Austria, the Austrian Federal Economic Chamber (WKO), the Chamber of Agriculture (LK), Oesterreichs Energie (OE), Erneuerbare Energie Österreich (EEÖ), the Federation of Austrian Industries (IV), the Chamber for Workers and Employees (AK) and of the Austrian Trade Union Federation (ÖGB) accompanied the project in order to provide input and feedback.

greenhouse gas scenarios Based on the energy scenarios and other projection models for the sectors of agriculture (based on model results from WIFO), waste, F-gases, diffuse emissions and solvents (each from the Environment Agency Austria), national energy and greenhouse gas emission scenarios were developed for all greenhouse gas sectors up to 2050.

The Republic of Austria submitted the National Energy and Climate Plan (NECP) in 2024 in accordance with Article 14 of Regulation (EU) 2018/1999. The **scenario WAM 2024** represents the analysis of measures for the NECP (BMK, 2024).

Scenario WEM 2024 The **scenario WEM 2024** (with existing measures) took into account those measures that were implemented or legally incorporated before January 1, 2022. The recommendations of the EU Commission were used for the development of energy prices and CO₂ certificate prices. In addition to the measures, current trends in all sectors were also mapped. The **scenario WEM 2024** includes the current historical data from the energy balances 1970–2022 (Statistics Austria, 2023) and the Austrian Air Pollutant Inventory 2024 (Umweltbundesamt, 2024).

Scenario WAM 2024 The measures from the National Energy and Climate Plan 2024 were mapped in the **scenario WAM 2024** (with additional measures) (BMK, 2024).

In addition to the modeled measures, the following non-modeled measures are mapped for GHG emissions in the **scenario WAM 2024**, which take effect in the effort sharing area (Regulation (EU) 2023/857): 0.5 million tonnes CO₂-eq from CCS/U (Carbon Capture and Storage and Utilization) and 2 million tonnes CO₂-eq from the abolition of counterproductive subsidies.

Table A: Summary of the most important key figures for the scenarios and the NEKP.

	Energy balance / NIR	Scenario WEM 2024			Scenario WAM 2024			Targets	
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030
Numbers in									
PJ	Final energy consumption	1,066	1,106	1,052	1,038	1,033	948	884	904–920
	Gross domestic consumption	1,357	1,403	1,341	1,336	1,324	1,221	1,147	
%	Share renewable energy of GFEC	34	44	50	53	57	74	87	57
	Share renewable electricity generation to demand	69	87	93	93	103	99	96	100
Mio t CO ₂ -eq	GHG emissions	72.8	65.8	57.0	53.1	51.9*	34.1*	22.4*	
	GHG emissions Effort Sharing	46.2	40.0	31.8	28.3	30.7*	18.2*	11.6*	29.6**
%	Reduction Effort Sharing compared to 2005	-19	-30	-44	-50	-46*	-68*	-80*	-48**

Rounding differences may occur due to the representation without decimal places.

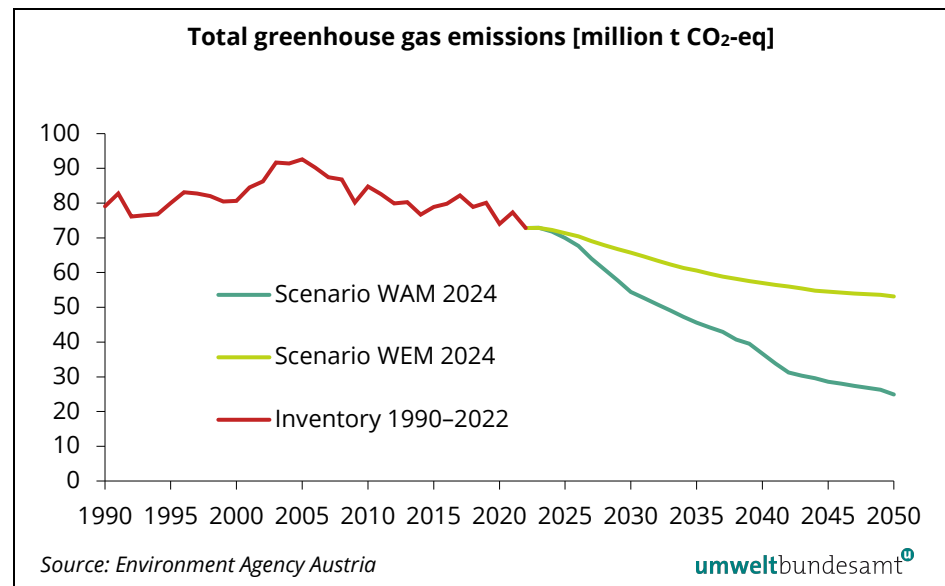
* Values minus 2.5 million tonnes CO₂-eq for non-modeled measures (CCS/U and counterproductive subsidies).

** Taking into account the ETS flexibility mechanism, the target value increases to 30.7 million tonnes CO₂-eq and is thus met (BMK, 2024). The -48 % reduction target therefore changes to -46 %.

GHG emissions In 2022, total emissions amounted to 72.8 million tonnes of CO₂-eq (see Figure A). In the scenario **WEM 2024**, 65.8 million tonnes of CO₂-eq will be emitted in 2030 and 57.0 million tonnes of CO₂-eq in 2040. The EU's reduction target for emissions outside the EU Emissions Trading System (EU ETS), which is set out in the Effort Sharing Regulation (ESR) (Regulation (EU) 2023/857), will not be achieved in the scenario **WEM 2024** in 2030 (see Table A and Figure A).

2030 GHG target achieved with flexibility clause In the scenario **WAM 2024**, total emissions after deducting the non-modelled GHG reduction of 2.5 million tonnes of CO₂-eq are 51.9 million tonnes of CO₂-eq in 2030, 34.1 million tonnes of CO₂-eq in 2040 and 22.4 million tonnes of CO₂-eq in 2050. In 2040, emissions outside the EU ETS are 18.2 million tonnes of CO₂-eq and 11.6 million tonnes of CO₂-eq in 2050. Greenhouse gas emissions in the effort-sharing sector will be 46 % below the 2005 level in 2030. This means that the -48 % reduction target for Austria will be achieved by using ETS flexibility mechanisms (Article 6, Regulation (EU) 2018/842). Climate neutrality will not be achieved by 2040.

Figure A: Development of total greenhouse gas emissions of the scenarios 1990 to 2050 without non-modelled measures.



Gross domestic consumption

In the scenario **WEM 2024**, the expansion of renewable energy sources (no conversion losses for wind and PV) and efficiency measures show a relatively stable development of gross domestic consumption³ up to 2040 (see Figure B) despite the growing population and economic activity.

In the scenario **WAM 2024**, gross domestic consumption will decrease by 2.4 % by 2030 and by 10 % by 2040 compared to 2022. The decrease is due to general efficiency measures and changes in production processes as well as the change in the iron and steel industry (see Figure B). The conversion losses will decrease due to the strong expansion of renewable energy sources (especially wind and PV).

Final energy consumption

Final energy consumption⁴ (FEC) in the scenario **WEM 2024** shows an increase between 2022 and 2030. The trend is then reversed and the FEC falls below the 2022 level by 2040 (see Figure B or Table B).

In the scenario **WAM 2024**, FEC falls by 3 % between 2022 and 2030 and by 11 % between 2022 and 2040 (see Table B). However, the federal government's energy efficiency target of 920 PJ in 2030 according to the Federal Energy Efficiency Act (BGBl. I No. 59/2023) will not be met.

³ Gross domestic consumption is the total energy demand of a country. It includes the consumption of the energy sector, network and conversion losses and final energy consumption EUROSTAT (2023b).

⁴ Final energy consumption is the total energy consumption of end users, excluding the consumption of the energy industry EUROSTAT (2023a).

Brief description of key measures in the scenario WAM 2024

Cross-cutting The National Emissions Certificates Trading Law has a cross-sectoral effect, increasing energy efficiency and switching to non-fossil energy sources by pricing fossil CO₂ emissions.

The lower cap in the EU emissions trading system for industry and energy plants in accordance with the ETS revision was taken into account by assuming higher CO₂ certificate prices compared to the scenario WEM 2024.

The funding from the Environmental Aid Act and the Climate and Energy Fund, among others, was extended at the 2024 to 2030 level.

The Local Communities Investments Act 2023, in conjunction with other funding, leads to an increase in thermal renovation.

Energy & Industry In the energy sector, compared to the Renewable Energy Expansion Act an additional expansion of 2 TWh of electricity from wind power and of 6 TWh from photovoltaics was assumed. The planned target of 15 TWh of renewable gas (biomethane and hydrogen) was modeled for 2035. Among other things, the construction of 1 GW_{el} of electrolysis capacity for the production of green hydrogen was assumed by 2030. Geothermal plants and large heat pumps are being expanded primarily in the Vienna area and will contribute 1.9 TWh to district heating in 2030.

In the manufacturing sector, hydrogen, some of which is imported, replaces fossil gas in accordance with the hydrogen quota in the Renewable Energy Directive.

Transport In the transport sector, energy consumption and emissions are falling because of the increasing electrification of fleets due to the EU fleet targets for all vehicle categories. Electrification, together with the use of alternative fuels, is contributing to the increasing share of renewable energy sources (both in the transport sector and in Austria as a whole).

In order to shift car traffic, public transport is being expanded so that there is at least one stop within 750 meters of every residential area. In order to increase vehicle sharing, 4,650 vehicles are being offered across Austria. Car sharing and the promotion of walking and cycling also reduce the distances travelled by cars.

In freight transport, the greening of truck tolls as part of the new EU directive on the charging of vehicles for the use of road infrastructures is leading to a reduction in energy consumption by pricing fossil emissions.

Buildings In the building sector, the implementation of the EU energy performance of buildings directive, the new OIB (Austrian institute of construction engineering) guidelines and the Renewable Heat Act are leading to an increase in energy efficiency and the phase-out of fossil heating systems.

The OIB guidelines establish Austria-wide specifications for the overall energy efficiency of new and existing buildings.

From 2024, there will be no gas heating in new buildings. From 2030, zero-emission buildings will be mandatory.

Table B: Final energy consumption of the scenarios WEM 2024 and WAM 2024 by sector for selected years (Sources: Statistics Austria, Environment Agency Austria).

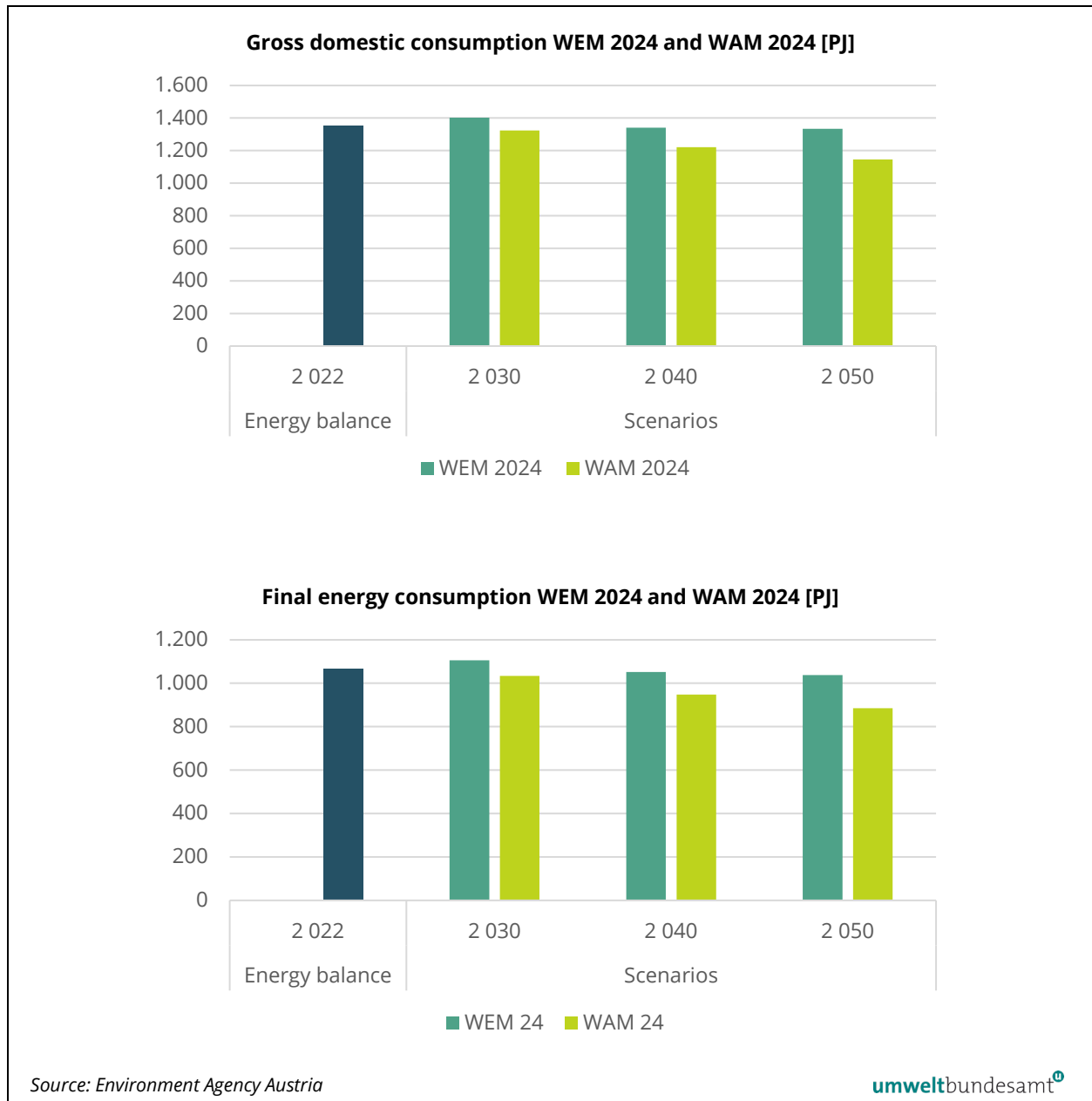
PJ	Energy balance	Scenario WEM 2024			Scenario WAM 2024			
		Sectors	2022	2030	2040	2050	2030	2040
	Transportation	362	357	297	280	337	268	238
	Industry	308	340	348	347	320	320	297
	Buildings	383	395	389	393	365	348	337
	Agriculture	12	15	17	17	11	12	13
	FEC	1,066	1,106	1,052	1,038	1,033	948	884

Rounding differences may occur due to the representation without decimal places.

Table C: Relative change in final energy consumption by sector and scenario for the year 2022 (Sources: Statistics Austria, Environment Agency Austria).

PJ	Energy balance	Scenario WEM 2024			Scenario WAM 2024			
		Sectors	2022	2030	2040	2050	2030	2040
	Transportation	362	-2 %	-18 %	-23 %	-7 %	-26 %	-34 %
	Industry	308	10 %	13 %	13 %	4 %	4 %	-4 %
	Households	278	3 %	0 %	-1 %	-4 %	-9 %	-15 %
	Services	104	5 %	6 %	12 %	-5 %	-8 %	-4 %
	Agriculture	12	21 %	34 %	36 %	-9 %	-1 %	2 %
	Relative change in FEC	1,066	4 %	-1 %	-3 %	-3 %	-11 %	-17 %

Figure B: Gross domestic consumption and final energy consumption of all scenarios 2022–2050 (Sources: Statistics Austria, Environment Agency Austria).



Renewable electricity In both scenarios, renewable electricity is expanded (see Figure C and Table D/E), so the share of renewable energy sources in gross final energy consumption also increases (see Table A).

Capacity expansion for wind and PV For the expansion of wind and PV up to 2030, the scenario **WEM** assumes an expansion in accordance with the Renewable Energy Expansion Act (BMK, 2023a, Federal Law Gazette I No. 150/2021). In the scenario **WAM**, +8 TWh (+2 TWh Wind, +6 TWh PV) will be expanded in addition to the EAG targets.

Renewable gases In accordance with the hydrogen strategy (BMK, 2022b), the capacity for hydrogen production in the scenario **WAM** will be expanded to 1 GW_{el} by 2030 and to 1.9 GW_{el} by 2040. In the scenario **WAM**, the demand for hydrogen is 14 PJ

(4 TWh) in 2030 and 51 PJ (14 TWh) in 2040. By 2030, 17 PJ (4.8 TWh) of bio-methane from domestic production will be available and by 2040, 36 PJ (10 TWh).

Infrastructure adaptation

One consequence of this realignment of the energy system is that the infrastructure for energy production, storage and transmission will be adapted accordingly. This expansion requires a whole series of measures, such as the designation of suitability zones for renewable electricity production plants, accelerated procedures and the expansion of transmission networks and energy storage (BMK, 2023b).

Figure C: Increase in electricity generation from wind and PV since 2010 and in all scenarios.

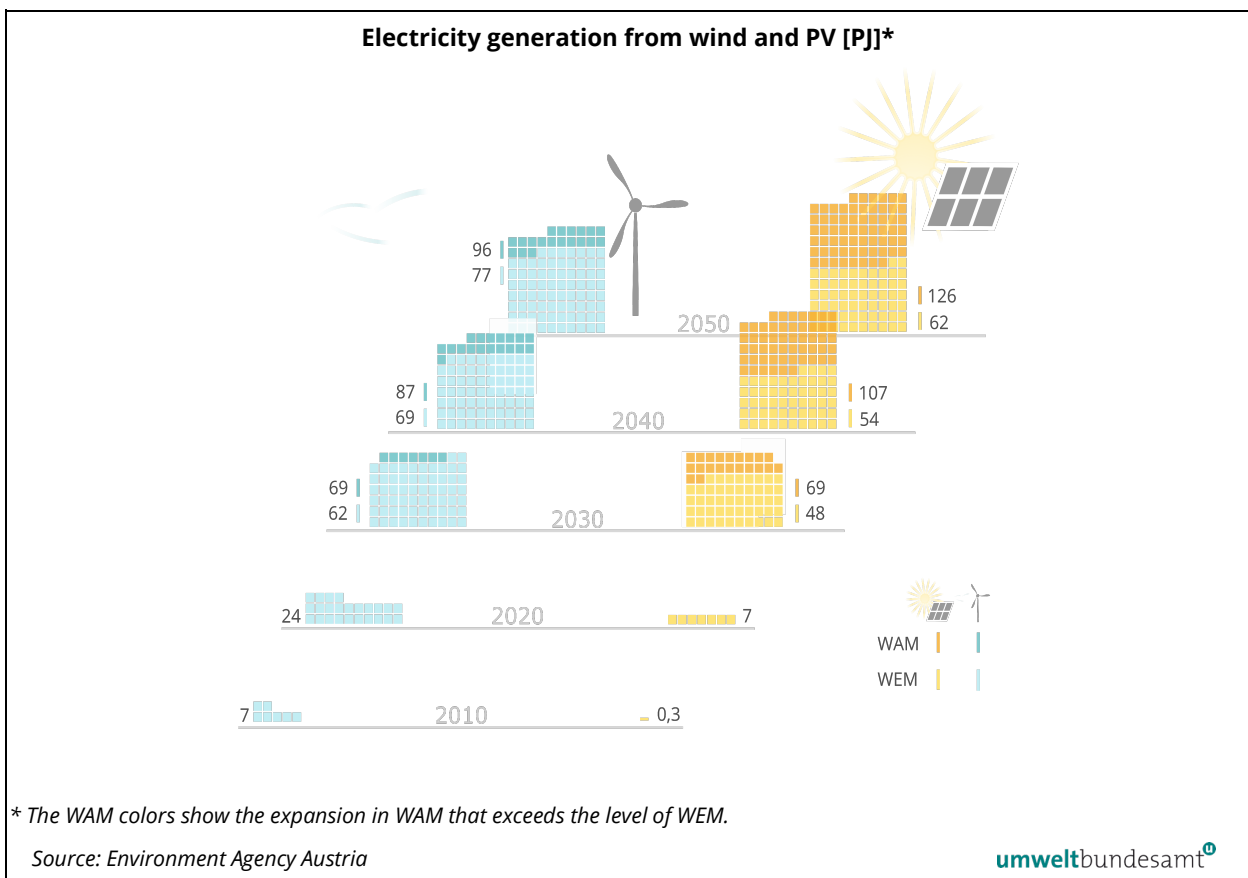


Table D: Electricity generation by energy source for selected years in TWh (Sources: Statistics Austria, Environment Agency Austria).

TWh	Energy source	Energy balance	Scenario WEM 2024			Scenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Fossil	14	8	8	8	6	4	4
	Hydropower	35	47	48	48	47	49	49
	Biomass (incl. biomethane)	5	6	6	6	6	6	6
	Ambient heat etc.*	0	0	0	0	0	0	0
	Photovoltaics	4	13	15	17	19	30	35
	Wind	7	17	19	22	19	24	27

TWh	Energy balance	Scenario WEM 2024			Scenario WAM 2024			
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Energy source							
	Hydrogen	-	0	0	0	0	0	0
	Total electricity generation	65	92	96	101	97	112	120
	Net imports	9	-4	6	11	-9	-3	1

Rounding differences may arise due to the presentation without a decimal point.

* Ambient heat etc. comprises ambient heat, geothermal energy, solar thermal energy and reaction heat.

Table E: Electricity generation by energy source for selected years in PJ (Sources: Statistics Austria, Environment Agency Austria).

PJ	Energy balance	Scenario WEM 2024			Scenario WAM 2024			
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Energy source							
	Fossil	51	30	27	29	23	14	14
	Hydropower	125	170	174	174	170	176	176
	Biomass (incl. biomethane)	17	20	21	23	20	20	20
	Ambient heat etc.*	0	-	-	-	-	-	-
	Photovoltaics	14	48	54	62	69	107	126
	Wind	26	62	69	77	69	87	96
	Hydrogen	-	-	-	-	-	-	-
	Total electricity generation	233	330	346	365	351	403	432
	Net imports	31	-16	21	41	-32	-10	4

Rounding differences may arise due to the presentation without a decimal point.

* Ambient heat etc. comprises ambient heat, geothermal energy, solar thermal energy and reaction heat.

1 EINLEITUNG

Motivation Die Republik Österreich hat 2024 den Nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) nach Artikel 14 der Verordnung (EU) 2018/1999 („Governance-Verordnung“) abgegeben. Das Szenario WAM 2024 stellt die Maßnahmenanalyse zum NEKP dar (BMK, 2024).

Szenarien über den Energieeinsatz sowie die Entwicklung von österreichischen Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) dienen als Grundlage zur Erfüllung der EU-Berichtspflichten und als Input für Diskussionen und politische Entscheidungsfindungen zur Umsetzung von Maßnahmen hinsichtlich der Zielerreichung der Klimaneutralität Österreichs bis 2040.

Die Szenarien, die in diesem Bericht dargestellt werden, sind das Szenario With Existing Measures (WEM 2024) und das Szenario With Additional Measures (WAM 2024). Im Szenario WAM wurden die Maßnahmen aus dem Nationalen Energie- und Klimaplan 2024 abgebildet (BMK, 2024). Die zugrundeliegenden Energiebilanzzahlen sind bis 2022 verfügbar.

Projektkonsortium Die Berechnung der Treibhausgasemissionen wurde auf Basis energiewirtschaftlicher Grundlagendaten und eines Modellsystems durch ein Konsortium entwickelt. Das Konsortium setzt sich aus dem Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebstechnologien (ITnA) der TU Graz, dem Institut für Verkehrswissenschaften (IVV) der TU Wien und dem Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think) sowie dem Umweltbundesamt zusammen.

Die energiewirtschaftlichen Inputdaten und Szenarien decken alle energetischen Sektoren ab und ermöglichen die Abbildung und Quantifizierung von Maßnahmen.

verwendete Modelle Zur Berechnung der Szenarien wurden folgende Modelle und Beiträge der jeweiligen Institutionen verwendet:

- ITnA (Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebe der TU Graz) – Modelle NEMO, KEX-Modul, GEORG; Energieverbrauch und Emissionen des Sektors Verkehr (inkl. offroad).
- IVV (Institut für Verkehrswissenschaften der TU Wien) – Modell MARS; Verkehrsaufkommen und Modal Split.
- e-think (Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt) – Energiepreise, Modell INVERT/EE-Lab; Kühlung, Raumwärme und Warmwasser inklusive Strombedarf für Haushalte und Dienstleistungen, Fernwärmebedarf.
- Umweltbundesamt – Eisen- und Stahlindustrie; Sozioökonomische Parameter und Effekte mittels gesamtwirtschaftlichem Input-Output Modell (MIO-ES-Modell), Umwandlungs- und Endenergieverbrauch, Abfallaufkommen, alternative Kraftstoffe, Elektromobilität, industrielle Branchen und Eigenstromerzeuger, Photovoltaik und Windenergieerzeugung, Verdichterstationen; Gesamtkoordination, Projektleitung.

Eine Kurzbeschreibung der verwendeten Modelle und exogenen Berechnungen ist in Anhang 1 dargestellt.

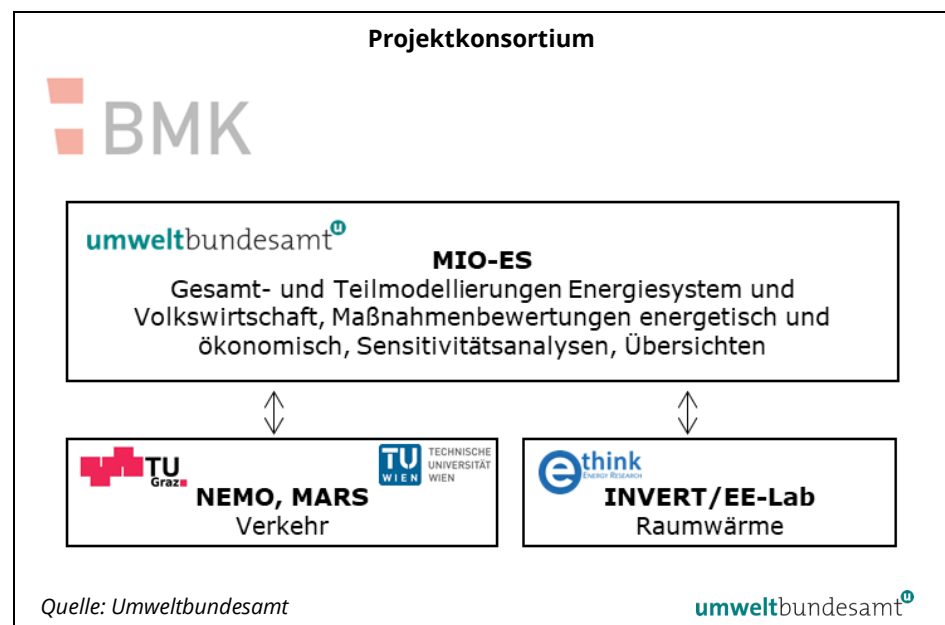
**Interaktionen
zwischen den Modellen**

Auf die Interaktion eines gesamtwirtschaftlichen Input-Output-(IO)-Modells (Hybrid zwischen CGE⁵ und ökonomischem IO-Modell) und Sektormodellen zur detaillierten Abbildung von sektoralen Entwicklungen und Maßnahmen wird in diesem Projekt besonderer Wert gelegt.

Gesamtwirtschaftliche Fragestellungen und der energetische Endverbrauch mit dem MIO-ES-Modell wurden vom Umweltbundesamt bearbeitet. Der Sektor Raumwärme wurde von e-think und der Sektor Verkehr von der TU Graz/ITnA in Zusammenarbeit mit der TU Wien/IVV und dem Umweltbundesamt modelliert. Der Sektor Industrie wird vom Umweltbundesamt berechnet.

Das Umweltbundesamt sorgt für die enge Verzahnung der verschiedenen Modelle und unterstützt die modellierenden Organisationen mit Fachexpertise. Für alle Modelle wurden dieselben internationalen Energie- und Zertifikatspreise pro Szenario verwendet.

Abbildung 1: Projektkonsortium.

**Projektbeirat**

Ein Projektbeirat mit Vertreter:innen von BMK, BMF, BML, BMBWF, BMAW, BKA, und mehreren Bundesländern sowie von WKO, LK, OE, EEÖ, IV, AK und ÖGB wurde eingerichtet, um Input zu und Feedback in die Arbeiten aufzunehmen.

Die Beiratssitzungen dienen auch zur Information der Beiratsmitglieder über den Prozess der Energieszenarien im Umfeld der klima- und energiepolitischen Rahmenbedingungen sowie über die an der Szenarienerstellung beteiligten Organisationen und über die verwendeten Modelle. Weiters wurden relevante Basisdaten (wie Bevölkerung, Energie- und Zertifikatspreise) und die Ergebnisse der Szenarien vorgestellt und diskutiert.

⁵ CGE: computable general equilibrium, IO: Input-Output.

THG-Szenarien Basierend auf den Energieszenarien und weiteren Projektionsmodellen für die Sektoren Landwirtschaft, Abfall, F-Gase, Diffuse Emissionen und Lösemittel wurden nationale Treibhausgas-Emissionsszenarien bis 2050 entwickelt.

Schlüsselannahmen Für die Szenarien wurden die internationalen Energiepreise aus den Empfehlungen der EU-Kommission zu den Szenarien für die Governance-Verordnung 2023 übernommen (VO (EU) 2018/1999). Die Preise für die Zertifikate des EU-Emissionshandelssystems wurden an die Klimaziele des jeweiligen Szenarios angepasst. Die CO₂-Preise des österreichischen nationalen Emissionshandelssystems (BGBL. I NR. 10/2022) wurden so entwickelt, dass langfristig eine Angleichung an die europäischen Handelssystempreise erfolgt. Das Bevölkerungswachstum wurde aus der Hauptvariante der Prognose der Statistik Austria aus dem Jahr 2021 übernommen (Statistik Austria, 2021).

Szenario WEM Im Szenario WEM (with existing measures) wurden nur Maßnahmen berücksichtigt, welche bis zum 1. Jänner 2022 umgesetzt bzw. rechtlich verankert wurden (siehe Anfang Kapitel 2.1). Zusätzlich zu den Maßnahmen werden aber auch aktuelle Trends in allen Sektoren abgebildet. Aktuelle verfügbare Daten aus den Energiebilanzen 1970–2022 und der Österreichischen Luftschadstoffinventur 2023 wurden verwendet (Statistik Austria, 2024; Umweltbundesamt, 2023a).

Szenario WAM Aufbauend auf dem Szenario WEM wurden im Szenario WAM (with additional measures) zusätzliche Maßnahmen abgebildet, um das Erreichen der klima- und energiepolitischen Ziele für das Jahr 2030 darzustellen (siehe Kapitel 2.1).

Tabelle 1: Grundlegende Parameter für die Modellierung der Szenarien WEM 2024 und WAM 2024 (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

Parameter	Statistik		Modellannahmen	
	2022	2030	2040	2050
Bevölkerung [Mio.]	9,09	9,25	9,47	9,63
Anzahl der Haushalte [Mio.]	4,08	4,21	4,38	4,50
Internat. Ölpreis [€ ₂₀₂₀ ⁶ /boe ⁷]	88	88	93	112
Internat. Ölpreis [€ ₂₀₂₀ /GJ]	15,4	15,4	16,2	19,7
Internat. Gaspreis [€ ₂₀₂₀ /GJ]	33,2	11,3	11,3	11,8
Internat. Kohlepreis [€ ₂₀₂₀ /GJ]	5,25	3,1	3,32	3,65
CO ₂ -Preis im EU-ETS [€ ₂₀₂₀ /t CO ₂]				
Szenario WEM 2024	73	80	85	160
Szenario WAM 2024	73	140	200	300
CO ₂ -Preis in Effort-Sharing-Sektoren [€ ₂₀₂₀ /t CO ₂]				
Szenario WEM 2024	-	-	-	-
Szenario WAM 2024	27,4 (Q4)	100	150	200

⁶ €₂₀₂₀: reale Werte bezogen auf das Jahr 2020.

⁷ BOE: barrel oil equivalent oder Barrel Öläquivalent (1 Barrel = 159 Liter).

Ø BIP-Wachstum (Modellergebnis)	(2023-2040)	(2023-2050)
Szenario WEM	1,17 %	1,17 %
Szenario WAM	1,21 %	1,20 %

2 VERGLEICH DER SZENARIEN 2024 UND ÖKONOMISCHE EFFEKTE

Die Szenarien, die in diesem Bericht dargestellt werden, sind das Szenario With Existing Measures (WEM 2024) und das Szenario With Additional Measures (WAM 2024). In den Szenarien **WEM 2024** und **WAM 2024** wurden gegenüber den bereits publizierten Szenarien 2023 (Umweltbundesamt, 2023a) die aktuellen Daten aus der Energiebilanzen 1970–2022 (Statistik Austria, 2024) und der Österreichischen Luftschadstoffinventur 2024 (Umweltbundesamt, 2024) inkludiert. Im Folgenden werden die zwei Szenarien verglichen.

2.1 Maßnahmen

Im Szenario WEM 2024 sind bestehende rechtliche Regelungen abgebildet. Die Maßnahmen im Szenario WEM 2024 sind ident mit dem Szenario WEM 2023. Das Szenario WAM bildet die Maßnahmen des Nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) ab (BMK, 2024).

Tabelle 2: Maßnahmen der Szenarien WEM 2024 und WAM 2024.

Sektor	WEM-Maßnahme	WAM-Maßnahme
Cross-Cutting	<ul style="list-style-type: none"> EU-Emissionshandel für Industrie und Energieanlagen (ETS-Bereich; Richtlinie 2003/87/EG idgF) 	<ul style="list-style-type: none"> EU-Emissionshandel für Industrie und Energieanlagen (ETS-Bereich; Richtlinie 2003/87/EG idgF). Das niedrigere Cap gemäß ETS-Revision (in Kraft getreten 5. Juni 2023 als Teil der FF55-Pakets) wurde durch höhere CO₂-Zertifikatspreisannahmen berücksichtigt.
	<ul style="list-style-type: none"> Klima und Energiefonds (KLIEN) 	<ul style="list-style-type: none"> Nationale CO₂-Bepreisung und Überleitung in ETS-2⁸ Klima- und Energiefonds (KLIEN) weitergeführt; in Abstimmung mit der Steuergruppe zum NEKP⁹ wurde hinterlegt, dass ein Fortlaufen der Finanzierung analog zu 2024 bis 2030 fortgeführt wurde.
	<ul style="list-style-type: none"> Umweltförderung Inland (UFI) 	<ul style="list-style-type: none"> Umweltförderung im Inland (UFI) analog zu Klimafonds Kommunalinvestitionsgesetz 2023
Energie	<ul style="list-style-type: none"> Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG (BGBl. I Nr. 150/2021) und entsprechender Ausbau von Energienetzen 	<ul style="list-style-type: none"> EAG +8 TWh (+2 TWh Wind, +6 TWh PV) in 2030 und entsprechender Ausbau von Energienetzen

⁸ ETS-2 ist der Emissionshandel für die Sektoren Gebäude und Verkehr, der ab 2027 eingeführt wird. Aktuell unterliegen diese Sektoren der Effort-Sharing-Regulation (VO (EU) 2023/857).

⁹ In der Steuergruppe waren BMK, BMAW, BML, BMF und BKA vertreten.

Sektor	WEM-Maßnahme	WAM-Maßnahme
	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung Erneuerbare-Energien-Richtlinie – RED II • Energieeffizienzgesetz (BGBl. I Nr. 72/2014) 	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung Erneuerbare-Energien-Richtlinie – RED III (VO (EU) 2023/2413) • Energieeffizienzgesetz (BGBl. I Nr. 72/2014) zuletzt geändert durch (BGBl. I Nr. 59/2023) • Umsetzung Erneuerbares-Gas-Gesetz gemäß Regierungsvorlage vom 21.02.2024 (251/ME) • Umsetzung der Ziele der Wasserstoffstrategie bis 2030 (BMK, 2022b) und Ausbau von Wasserstoff-Infrastruktur • Ausbau von Geothermie und Großwärmepumpen (BMK, 2022a)
	<ul style="list-style-type: none"> • EU-Emissionshandel für Industrie und Energieanlagen (ETS-Bereich) • Energieeffizienzgesetz (BGBl. I Nr. 72/2014) 	<ul style="list-style-type: none"> • EU-Emissionshandel für Industrie und Energieanlagen (ETS-Bereich). Das niedrigere Cap gemäß ETS-Revision (in Kraft getreten 5. Juni 2023) wurde durch höhere CO₂-Zertifikatspreisannahmen berücksichtigt • Nationale CO₂-Bepreisung und Überleitung in ETS 2 • Energieeffizienzgesetz (BGBl. I Nr. 59/2023) und Energieeffizienzrichtlinie (EED III; Richtlinie 2012/27/EU i.d.F. der Richtlinie (EU) 2023/1791. Durch den zielgerichteten Einsatz der vorhandenen Fördermittel bei Non-ETS-Anlagen wird die Energieeffizienz gesteigert und damit der Energieverbrauch und die THG-Emissionen reduziert
Industrie		<ul style="list-style-type: none"> • Beibehaltung der Förderungen zur Transformation der Industrie und zur Erhöhung der Energieeffizienz im ETS-Bereich • Umsetzung Erneuerbares-Gas-Gesetz gemäß Regierungsvorlage vom 21.02.2024; erneuerbare Gase werden vor allem im Non-ETS-Bereich eingesetzt • Umsetzung Erneuerbare-Energien-Richtlinie – RED III (VO (EU) 2023/2413) einschließlich Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien um 1,6 % p. a. sowie Erfüllung der Wasserstoffquote für die Industrie und Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft • Umsetzung der Wasserstoffstrategie • Umsetzung Kreislaufwirtschaftsstrategie, insbesondere verstärktes Recycling von Baumaterial und Reparierbarkeit von Produkten • Investitionen in die Transformation, verbunden mit attraktiven öffentlichen Förderungsangeboten (national und EU)
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> • Forcierung Elektromobilität und Steigerung der Effizienz von Kfz (CO₂-Flottenziele Pkw und LNF EU) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nationale CO₂-Bepreisung und Überleitung in ETS 2 • Forcierung Elektromobilität (verschärfte CO₂-Flottenziele SNF EU, EBIN/ENIN)

Sektor	WEM-Maßnahme	WAM-Maßnahme	
	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz von Biokraftstoffen im Verkehr (BGBl. II Nr. 452/2022) 	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung Erneuerbare-Energien-Richtlinie – RED III (VO (EU) 2023/2413); Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger im Verkehr 	
		<ul style="list-style-type: none"> Ausweitung bzw. Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs (über ÖBB-Rahmenplan hinaus); Schaffung eines flächendeckenden öffentlich zugänglichen Mobilitätsangebots 	
		<ul style="list-style-type: none"> Sharing Strategie: Förderung des Teilens von Fahrzeugen 	
	<ul style="list-style-type: none"> Förderung Aktive Mobilität und Mobilitätsmanagement 	<ul style="list-style-type: none"> Förderung Aktive Mobilität und Mobilitätsmanagement (erhöhte Finanzierung im Vergleich zu WEM); Förderung des Fuß- und Radverkehrs 	
		<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsverlagerung im Güterverkehr (stärker als im WEM) 	
		<ul style="list-style-type: none"> Ökologisierung Lkw-Maut (neue EU-Wegekostenrichtlinie) 	
		<ul style="list-style-type: none"> Attraktivierung des Mitfahrens 	
		<ul style="list-style-type: none"> Sustainable Aviation Fuels (SAF) im Flugverkehr 	
		<ul style="list-style-type: none"> Ölkesselbauverbotsgesetz (BGBl. I Nr. 6/2020) 	<ul style="list-style-type: none"> Nationale CO₂-Bepreisung und Überleitung in ETS 2
		<ul style="list-style-type: none"> Erneuerbare-Wärme-Gesetz (BGBl. I Nr. 8/2024), in Kraft ab 29.2.2024. Löst Ölkesselbauverbotsgesetz ab 	<ul style="list-style-type: none"> Erneuerbare-Wärme-Gesetz (BGBl. I Nr. 8/2024), in Kraft ab 29.2.2024. Löst Ölkesselbauverbotsgesetz ab
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> Thermische Sanierung des Gebäudebestands – Wohnbauförderung (BGBl. II Nr. 19/2006) zuletzt geändert durch (BGBl. II Nr. 213/2017). 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere thermische Verbesserung des Gebäudebestands gegenüber WEM; Steigerung der thermisch-energetischen Renovierungsrate; Erfüllung der in der EPBD formulierten Zwischenziele zum Primärenergieverbrauch (Wohngebäude) bzw. zur thermischen Renovierung (Nicht-Wohngebäude) 	
	<ul style="list-style-type: none"> Klimaneutrale Neubauten (freiwillige Vereinbarung) 	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Forcierung von klimaneutralen Neubauten gegenüber WEM entsprechend der EPBD einschließlich Umrüstung in Nullemissionsgebäude bis 2050 	
	<ul style="list-style-type: none"> Ersatz fossiler Brennstoffe im Gebäudebestand 	<ul style="list-style-type: none"> Weiterer Ersatz fossiler Brennstoffe im Gebäudebestand gegenüber WEM; Weiterführung der Sanierungsoffensive für Private: Raus aus Öl und Gas auf dem Niveau von 2024 	
	<ul style="list-style-type: none"> Energieeffizienzmaßnahmen in Gebäuden 	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Energieeffizienz im Neubau 	
	<ul style="list-style-type: none"> OiB-Richtlinie 6 (OiB, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> Rasche Umsetzung der wesentlichen OiB-Richtlinien, z. B. OiB-Richtlinie 6 (OiB, 2023) 	
	<ul style="list-style-type: none"> Förderungen aus Sanierungsoffensive sowie Energie- und Wohnbauförderung bis 2035/40 		
	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung EU-Gebäuderichtlinie (EPBD; Energy Performance of Buildings Directive (EU/2010/31) 	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung der Revision der EU-Gebäuderichtlinie (EPBD; Energy Performance of Buildings Directive (EU/2024/1275) 	

Sektor	WEM-Maßnahme	WAM-Maßnahme
Landwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> Nationale Implementierung der EU-Agrarpolitik Maßnahmen reguliert im Rechtsrahmen 2022 für die Landwirtschaft (BGBl. II Nr. 495/2022). Agrarpolitik gemäß GAP-Strategieplan 	<ul style="list-style-type: none"> Kommunalinvestitionsgesetz 2023 Stickstoffreduzierte Fütterungsstrategien und Futterzusatzstoffe in der Tierhaltung Erhöhung des Anteils der Weidehaltung bei Rindern Reduktion der Emissionen aus Ställen und Wirtschaftsdüngerlager (BGBl. II Nr. 495/2022, BGBl. II Nr. 395/2022) Effiziente und verlustarme Ausbringung von Wirtschaftsdünger- und Mineraldünger (BGBl. II Nr. 495/2022, BGBl. II Nr. 395/2022) Steigerung der Energieeffizienz und alternativer Antriebe in der Landwirtschaft Ausbau landwirtschaftlicher Biogasproduktion

Beschreibung wesentlicher sektorübergreifenden Maßnahmen im Szenario WAM 2024 im Vergleich zum WEM 2024:

Landwirtschaft

Die Maßnahmen im Sektor Landwirtschaft werden in einem eigenen Bericht detailliert beschrieben (Umweltbundesamt, 2023c).

Cross-cutting

CO₂-Bepreisung gemäß NEHG und Überleitung in ETS-2

Kosten im NEHG

Das Nationale Emissionszertifikatehandelsgesetz (NEHG; BGBl. I NR. 10/2022) belegt auch fossile CO₂-Emissionen außerhalb des EU-Emissionshandels für industrielle Anlagen mit Kosten. Für die Modellierung wird angenommen, dass diese Kosten bis zum Jahr 2030 auf 100 Euro pro Tonne CO₂ und bis zum Jahr 2040 auf 150 Euro pro Tonne CO₂ steigen (auf Basis Euro 2020) (siehe Tabelle 1), und das NEHG in den ab 2027 eingeführten EU-Emissionshandel für die Sektoren Gebäude und Verkehr sowie kleinere Industrie- und Gewerbeanlagen (ETS-2) übergeführt wird. Durch die höheren Kosten werden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und für den Wechsel auf nicht-fossile Energieträger vermehrt umgesetzt.

Im Szenario WEM 2024 wird das NEHG nicht abgebildet.

EU-Emissionshandel für Industrie und Energieanlagen

Preisanstieg durch niedrigeres Cap

Das niedrigere Cap gemäß ETS-Revision (in Kraft getreten 5. Juni 2023) wurde durch höhere CO₂-Zertifikatspreisannahmen im Vergleich zum Szenario WEM 2024 berücksichtigt. Für die Modellierung wird angenommen, dass die Preise bis zum Jahr 2030 im WEM auf 80 Euro pro Tonne CO₂, im WAM auf 140 Euro pro Tonne CO₂ steigen. Bis zum Jahr 2040 steigen die Preise im WEM auf 85 Euro pro Tonne CO₂, im WAM auf 200 Euro pro Tonne CO₂ (auf Basis Euro 2020) (siehe Tabelle 1).

Die angedachte Verschiebung der Abfallverbrennungsanlagen in diesen Bereich wurde für die Modellierung nicht berücksichtigt. Durch die höheren Kosten werden Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und für den Wechsel auf nicht-fossile Energieträger vermehrt umgesetzt.

Höhe der Fördermittel

In Abstimmung mit der Steuerungsgruppe zum NEKP wurde für die Modellierung die Annahme hinterlegt, dass die Budgetierung der Förderprogramme – insbesondere aller relevanten Förderungen gemäß Umweltfördergesetz (UFG) und jener des Klima- und Energiefonds (KLIEN) – auf dem Niveau von 2024 bis 2030 fortläuft.

Kommunalinvestitionsgesetz 2023

Mittel für erneuerbare Energie und Investitionen

Im Rahmen eines neuen kommunalen Investitionsprogramms 2023 für Gemeinden werden vom Bund für die Jahre 2023 und 2024 insgesamt eine Milliarde Euro zur Verfügung gestellt. Davon ist die eine Hälfte für Maßnahmen zur Energieeffizienz sowie zum Umstieg auf erneuerbare Energieträger und die andere Hälfte für Investitionsprojekte vorgesehen, die an die Kriterien des Kommunalinvestitionsgesetzes 2020 angelehnt sind. Damit können Zuschüsse für die Sektoren Gebäude, Energie und Verkehr sowie zur Klimawandelanpassung gewährt werden.

In der Modellierung führt diese Maßnahme gemeinsam mit anderen Förderungen zu einer Erhöhung der thermischen Renovierung.

Sektoren Energie und Industrie:

Erneuerbare Energie-Richtlinie (RED III)

mehr Windkraft und PV

Als österreichischer Beitrag zur Umsetzung der Richtlinie für Erneuerbare Energien (VO (EU) 2023/2413) und um das Ziel zu erreichen, im Jahr 2030 100 % Strom aus erneuerbaren Energieträgern gemessen am Verbrauch zu erzeugen, wird im Szenario WAM 2024 zusätzlich zum Ausbau im Rahmen des Erneuerbaren Ausbaugesetzes (EAG) gemäß Szenario WEM 2024 die Erzeugung von weiteren 2 TWh Strom aus Windkraft und weiteren 6 TWh aus Photovoltaik angenommen. Im Vergleich zum Jahr 2020 werden somit im Szenario WAM 2024 zusätzliche 35 TWh Strom aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Bis zum Jahr 2040 werden die Mengen auf 24 TWh aus Wind und 30 TWh aus Photovoltaik ausgebaut.

Durch die bilanzielle Deckung des heimischen Verbrauchs mit erneuerbarem Strom wird Österreich von 2024 bis 2041 zum Nettostromexporteur.

wachsende Stromnachfrage

Der Ausbau von erneuerbaren Energieträgern zur Stromerzeugung wird dazu benötigt, um die wachsende Nachfrage in den Sektoren Verkehr (e-Mobilität), Gebäude (Wärmepumpen) und Industrie (Elektrifizierung) zu decken.

Erneuerbares-Gas-Gesetz

Biomethan und Wasserstoff

Zur Umsetzung des Erneuerbaren-Gas-Gesetzes gemäß Regierungsvorlage vom 21.02.2024 (251/ME) wurde für die Modellierung des Szenario WAM 2024 angenommen, dass bis 2040 10 TWh Biomethan erzeugt und eingesetzt werden. Für Wasserstoff wird angenommen, dass ab 2035 große Mengen über das EU Hydrogen Backbone importiert werden können und die heimische Produktion gemäß der Wasserstoffstrategie ergänzen. Für das Jahr 2035 wurde das geplante Einsatzziel von 15 TWh erneuerbaren Gases (Biomethan und Wasserstoff) modelliert.

Wasserstoffstrategie

Elektrolysekapazitäten

Bis 2030 wurde die Errichtung von 1 GW_{el} an Elektrolysekapazitäten zur Herstellung von grünem Wasserstoff angenommen. Diese Kapazitäten werden bis 2040 im Szenario WAM 2024 auf 1,9 GW_{el} ausgebaut.

Geothermie und Großwärmepumpen

Neue Quellen für Fernwärme

Für den Ausbau von Geothermie zur Fernwärmeerzeugung wurden die publizierten Pläne von Wien Energie als Basis für die Modellierung des Szenarios WAM 2024 herangezogen. Im Jahr 2030 werden 1,5 TWh, im Jahr 2040 3 TWh Wärme aus Geothermie bereitgestellt.

Hinsichtlich Großwärmepumpen wurde die Errichtung der neuen Großwärmepumpe in Wien Simmering, die 25.000 Haushalte versorgen soll, für die Modellierung verwendet. Dies entspricht im Jahr 2030 einer Wärmemenge von 1,5 PJ.

Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III) im Sektor Industrie

Wasserstoffquote für die Industrie

Im Sektor Industrie werden die Ziele der RED III zur Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energie im industriellen Sektor (Endenergieverbrauch) um 1,6 Prozentpunkte p. a. sowie die Erfüllung der Wasserstoffquote für die Industrie für die Modellierung berücksichtigt.

Der Wasserstoffeinsatz im Sektor Industrie (inkl. nicht-energetischem Verbrauch und Energieanlagen) beträgt im Jahr 2030 12,3 PJ und im Jahr 2040 39,3 PJ.

Im Jahr 2030 werden 15 % des insgesamt benötigten Wasserstoffs importiert, im Jahr 2040 50 %.

Sektor Verkehr:

Forcierung der Elektromobilität und Steigerung der Effizienz von Pkw und LNF (CO₂-Flottenziele Pkw und LNF EU)

Zielwerte wie im WEM

Im Szenario WAM 24 wird gegenüber dem Szenario WEM 24 keine Veränderung der Zielwerte des CO₂-Emissionsdurchschnitts der EU-Flotte angenommen. Die seit 2021 geltenden Werte sinken von 95 g CO₂/km (Pkw),

147 g CO₂/km (LNF) um 15 % im Jahr 2025 und um 55 % (Pkw) bzw. 50 % (LNF) im Jahr 2030. Ab 1.1.2035 müssen die Flotten emissionsfrei sein.

Umsetzung der verschärften CO₂-Flottenziele SNF EU, Förderungen: EBIN/ENIN

Für die jeweiligen Neuzulassungsanteile von BEV, H₂- und Diesel-Antrieben wurden folgende Annahmen in den einzelnen SNF-Kategorien getroffen (ITnA, 2024):

Zieländerungen ab 2030

Das bisherige CO₂-Ziel ab dem Jahr 2025 von -15 % (im Vergleich zum Referenzzeitraum 2019/2020) wird nicht verändert. Ab dem Jahr 2030 wird das bisherige CO₂-Ziel von -30 % auf -45 % verändert.

Für städtische Busse wird ab 2030 ein Phase-out-Datum für Verbrennungsmotoren vorgeschlagen. Ab dem Jahr 2035 gilt ein neues CO₂-Ziel von -65 %, ab dem Jahr 2040 ein Ziel von -90 %.

Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III) im Sektor Verkehr

29 % Erneuerbare in 2030

Die Ziele der Richtlinie für den Sektor Verkehr werden in der Modellierung abgebildet: Im Jahr 2030 wird ein Mindestanteil von 29 % Erneuerbarer am Endenergieverbrauch im Verkehr dargestellt. Der Anteil von fortschrittlichen Biokraftstoffen und Biogas an der Energieversorgung des Verkehrs beträgt bis 2030 mindestens 5,5 %. Davon sind mindestens 1 % erneuerbare Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs (RFNBOs).

Erweiterung des öffentlich zugänglichen Mobilitätsangebots

dichteres Angebot

Diese Maßnahme umfasst die Ausweitung des Angebots durch eine höhere Haltestellendichte, längere Betriebszeiten, kürzere Intervalle und die Nutzung von öffentlichem Bedarfsverkehr, wenn keine Haltestelle innerhalb von 750 Metern Entfernung vorhanden ist.

Förderung des Teilens von Fahrzeugen bzw. Attraktivierung des Mitfahrens

4.650 Sharing Fahrzeuge

Österreichweit wird ein attraktives stationsbasiertes Carsharing-Angebot geschaffen, das in Gemeinden mit mehr als 3.000 Einwohner:innen mit Klimabonus-Kategorie 4 sowie Gemeinden mit mehr als 1.500 Einwohner:innen mit Klimabonus-Kategorie 1–3 zur Verfügung steht (in Summe rund 750 Gemeinden). Je Gemeinde besteht das Angebot aus einem Carsharing-Fahrzeug je 1.500 Einwohner:innen. Österreichweit stehen so insgesamt ~4.650 Carsharing-Fahrzeuge zur Verfügung.

Erhöhung Kfz-Besetzungsgrad

Ebenfalls werden starke organisatorische und finanzielle Anreize zur Attraktivierung des Mitfahrens gesetzt. Durch die dadurch bewirkte Steigerung des durchschnittlichen Besetzungsgrades am Arbeitsweg können die Nutzungseffizienz erhöht und die verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen gesenkt werden. Das Maßnahmenpaket umfasst finanzielle und ordnungsrechtliche Aspekte.

Fahrleistungsreduktion Pkw	Förderung des Fuß- und Radverkehrs Durch den Ausbau der Infrastruktur für den Fuß- und Radverkehr sowie begleitende Maßnahmen im Bereich Mobilitätsmanagement werden im Szenario WAM 24 deutlich mehr Pkw-Wege auf den Fuß- und Radverkehr verlagert. Die Maßnahme wird ab 2025 umgesetzt und erreicht die volle Maßnahmenwirkung ab 2035. Für die Modellierung wurde eine kontinuierliche Fahrleistungsreduktion bei Pkw im Inland bis zum Jahr 2030 von rund 2,1 % angenommen.
CO₂-abhängige Maut	Ökologisierung der Lkw-Maut (neue EU-Wegekostenrichtlinie) Im Szenario WAM 2024 wird in der Modellierung eine vom CO ₂ -Ausstoß abhängige Maut für den Schwerverkehr auf dem hochrangigen Straßennetz gemäß den Möglichkeiten der neuen EU-Wegekostenrichtlinie (Richtlinie (EU) 2022/362 zur Änderung der Richtlinie (EU) 1999/62/EG) angesetzt. Die Entwicklung der Kostensätze für CO ₂ -Emissionen wurde bis 2025 aus der Umweltbundesamt-Studie (Umweltbundesamt, 2023d) übernommen. Ab 2026 wurde der Kostensatz konstant mit 200 Euro pro Tonne CO ₂ angesetzt (auf Basis Euro 2020).
	Sektor Gebäude:
Renovierung Gebäudebestand	EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) Nationale Gebäuderenovierungspläne werden im OIB (durch die Bundesländer) erstellt. Ihre Zielsetzung ist der Umbau des gesamten Gebäudebestands zu Nullemissionsgebäuden bis 2050. Zwischenziele stellen auf die Senkung des Primärenergieverbrauchs (Wohngebäude), eine Renovierungsverpflichtung (Nichtwohngebäude) sowie den Ausstieg aus fossilen Heizsystemen bis 2040 ab. Unterstützend für die Renovierung wirken Gebäuderenovierungspässe (OIB-Richtlinie 6) und die Einrichtung zentraler Anlaufstellen (z. B. Beratungsstellen der Bundesländer).
öffentliche Gebäude	Alle neuen öffentlichen Gebäude ab 2028 und alle neuen Gebäude ab 2030 müssen verpflichtend Nullemissionsgebäude mit hoher Effizienz und Deckung des Energiebedarfs durch erneuerbare Energieträger sein. Sie müssen auch für Solaranlagen geeignet sein (Bauordnungen).
Übernahme der RL in Bauordnungen	Umsetzung neue OIB-Richtlinien Das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) dient der harmonisierten Umsetzung der Richtlinien über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Diese gibt u. a. Vorgaben für Neubauten und bestehende Gebäude vor, die größeren Renovierungen unterzogen werden. Diese OIB-Richtlinien können von den Bundesländern in ihren Bauordnungen übernommen werden. Die zeitnahen Anpassungen der OIB-RL 6 „Berechnung des kostenoptimalen Anforderungsniveaus“ sowie der OIB-RL 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ bzw. ergänzender Normen und Regelwerke unterstützen die kontinuierliche Dekarbonisierung im Sektor Gebäude.

In der Modellierung bewirkt die Maßnahme gemeinsam mit anderen eine verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern in Gebäuden und einen sinkenden Energieverbrauch.

EWG 2024 – Neubau ohne fossile Wärmebereitstellung (Gas, Öl, Kohle)

Das Bundesgesetz über die erneuerbare Wärmebereitstellung in neuen Baulichkeiten (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG 2024 BGBl. I Nr. 8/2024) vom 28.02.2024 löst das Ölkesseleinbauverbotsgesetz 2019 ab. Ab 2024 sind keine Gasheizungen im Neubau mehr erlaubt.

Zusätzliche nicht modellierte NEKP-Maßnahmen im Szenario WAM

CCS und Wegfall von kontraproduktiven Förderungen

Auf Vorschlag des BMF und nach Zustimmung der NEKP-Steuerungsgruppe werden Emissionen in Höhe von 0,5 Mio. Tonnen CO₂-äq im Jahr 2030 mithilfe von CCS (Carbon Capture and Storage), die im ESR (Effort Sharing Regulation) wirksam werden, abgeschieden.

Durch die Abschaffung von kontraproduktiven Förderungen werden Emissionen in Höhe von 2,0 Mio. Tonnen CO₂-äq im Jahr 2030 reduziert.

Diese beiden Maßnahmen wurden aufgrund derzeit noch nicht vorliegender Maßnahmenspezifikationen nicht modelltechnisch abgebildet, sondern werden als zusätzlich zu lukrierendes Potenzial im NEKP ausgewiesen.

2.2 THG-Emissionen

Emissionen 2022

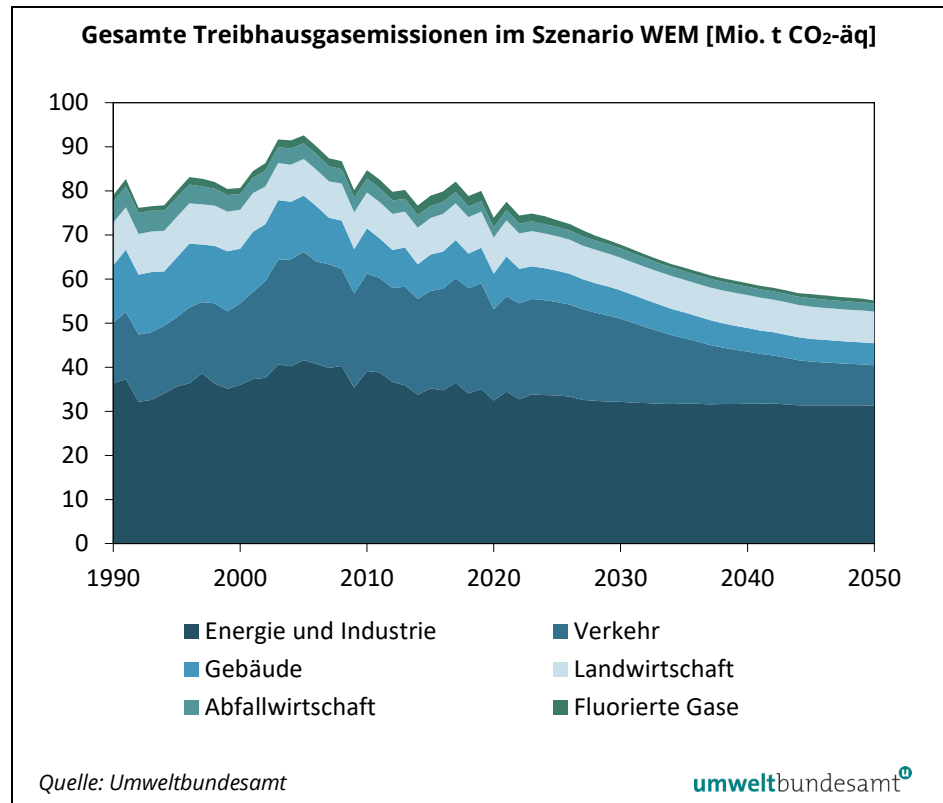
Im Jahr 2022 betragen die Treibhausgasemissionen gemäß der Österreichischen Luftschadstoffinventur (Umweltbundesamt, 2024) in Österreich 72,8 Mio. Tonnen CO₂-äq. Davon entfielen 32,6 Mio. Tonnen CO₂-äq auf die Sektoren Energie und Industrie, 20,6 Mio. Tonnen CO₂-äq auf den Sektor Verkehr, 7,4 Mio. Tonnen CO₂-äq auf Gebäude, 8,2 Mio. Tonnen CO₂-äq auf die Landwirtschaft, 2,2 Mio. Tonnen CO₂-äq auf die Abfallwirtschaft und 1,8 Mio. Tonnen CO₂-äq auf fluoridierte Gase. Der Großteil der Emissionen in Höhe von 46,2 Mio. Tonnen CO₂-äq unterliegt nicht dem Emissionshandel.

Szenario WEM

Im **Szenario WEM 2024** sinken die gesamten Treibhausgasemissionen bis 2030 auf 65,8 Mio. Tonnen CO₂-äq, bis 2040 auf 57,0 Mio. Tonnen CO₂-äq und bis 2050 auf 53,1 Mio. Tonnen CO₂-äq. Der Wert von 2050 entspricht einer Reduktion von -33 % bezogen auf das Niveau von 1990 und -43 % bezogen auf 2005 (siehe Abbildung 2 bzw. Tabelle 3).

Der Großteil des Emissionsrückgangs ist auf die Sektoren Verkehr und Gebäude zurückzuführen. Für konkrete Maßnahmen vgl. Tabelle 2. Jene Emissionen, die der Effort-Sharing-Verordnung (VO (EU) 2023/857) unterliegen, zeigen im **Szenario WEM 2024** von 2005 bis 2030 eine Abnahme von 30 % auf 40,0 Mio. Tonnen CO₂-äq.

Abbildung 2: Entwicklung der THG-Emissionen im Szenario WEM nach Sektoren 1990 bis 2050



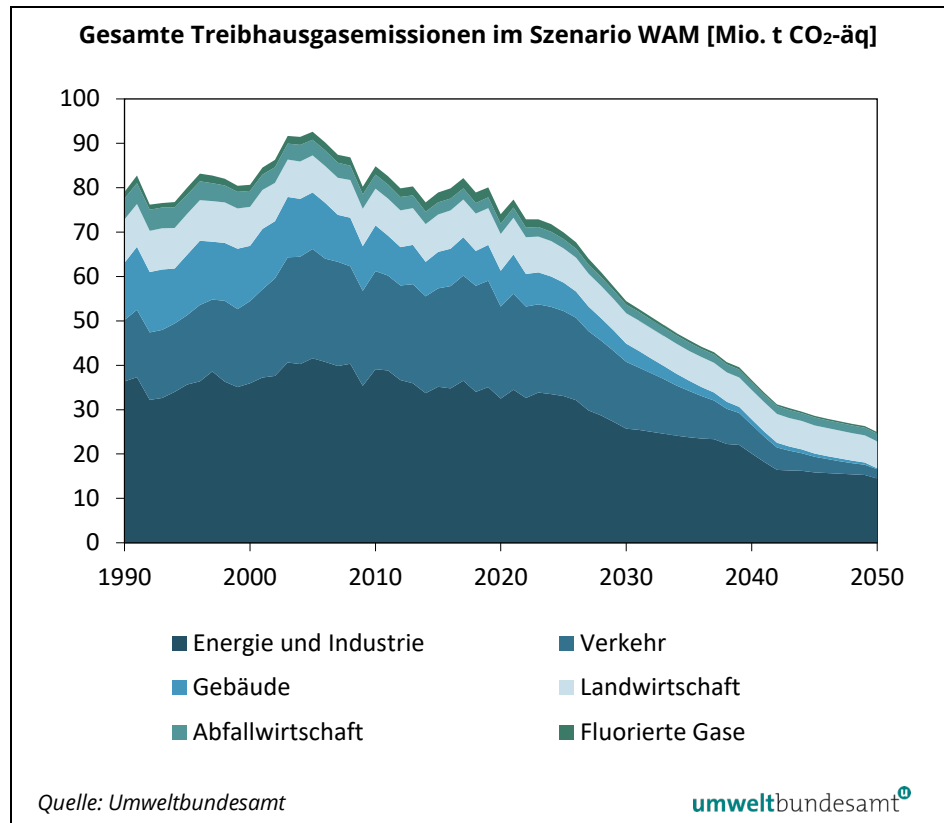
Szenario WAM Im **Szenario WAM 2024** liegen die THG-Emissionen nach Abzug der nicht modellierten THG-Reduktion in Höhe von 2,5 Mio. Tonnen CO₂-äq und unter Berücksichtigung aller Maßnahmen im Jahr 2030 bei 51,9 Mio. Tonnen CO₂-äq, 2040 bei 34,1 Mio. Tonnen CO₂-äq und 2050 bei 22,4 Mio. Tonnen CO₂-äq (siehe Abbildung 3 bzw. Tabelle 3).

Zwischen 2022 und 2030 gehen die Gesamtemissionen im Szenario WAM 2024 um 29 % zurück. Der Großteil der Emissionen des Jahres 2030 entfällt auf den Sektor Energie und Industrie, gefolgt von den Sektoren Verkehr, Landwirtschaft und Gebäude. Im Jahr 2030 liegen die Gebäudeemissionen unter jenen der Landwirtschaft.

Szenario WAM Effort Sharing Das Emissionsniveau im Jahr 2030 im Effort-Sharing-Bereich entspricht unter Berücksichtigung aller Maßnahmen inklusive der nicht modellierten THG-Reduktion um 2,5 Mio. Tonnen CO₂-äq (vgl. Tabelle 2) einer Reduktion von -46 % bezogen auf 2005. Das Treibhausgas-Reduktionsziel für die Sektoren außerhalb des Emissionshandels für Österreich gemäß dem „Fit for 55“-Paket beträgt -48 % und wird durch Inanspruchnahme von ETS-Flexibilitätsmechanismen erreicht.

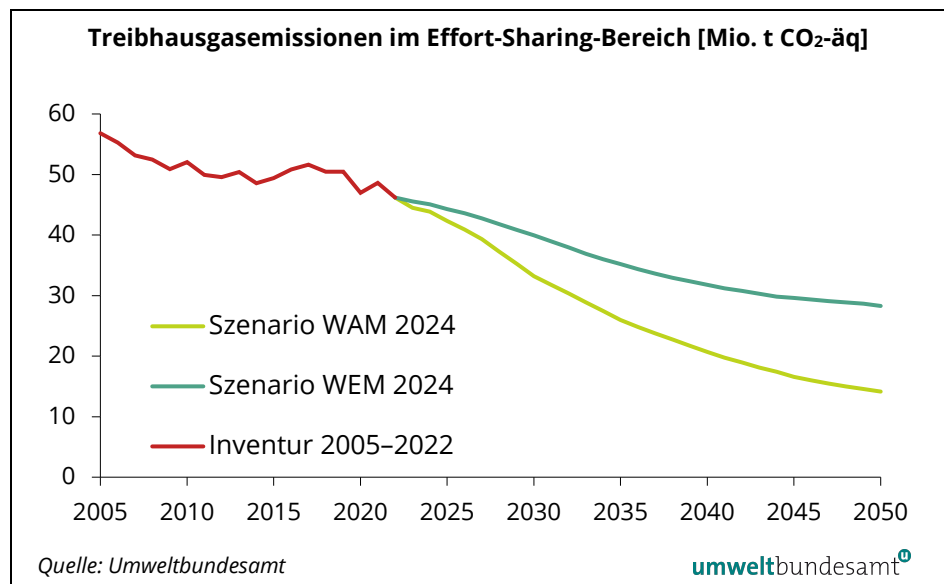
Szenario WAM Entwicklung 2040 Bis 2040 reduzieren sich die gesamten THG-Emissionen auf weniger als die Hälfte des Niveaus von 2022. Dieser starke Rückgang gelingt durch eine Reduktion im Sektor Verkehr um 69 % sowie eine fast vollständige Dekarbonisierung des Sektors Gebäude (-83 %) und einer Reduktion im Sektor Energie und Industrie um 38 % gegenüber 2022.

Abbildung 3: Entwicklung der THG-Emissionen im Szenario WAM nach Sektoren 1990 bis 2050 ohne nicht modellierte Maßnahmen.



In Abbildung 4 werden die Entwicklungen der Treibhausgase von **Szenario WEM** und **Szenario WAM** gegenübergestellt.

Abbildung 4: Entwicklung der THG-Emissionen im Effort-Sharing-Bereich 2005 bis 2022, danach Szenarien WEM und WAM bis 2050. Darstellung ohne nicht modellierte Maßnahmen.



LULUCF-Beitrag nicht ausgewiesen Die Entwicklung der Emissionen bzw. Kohlenstoffspeicherungen des Sektors LULUCF¹⁰ ist mit großen Unsicherheiten behaftet, die Auswirkungen auf die Einhaltung des Effort-Sharing-Reduktionsziels sind daher derzeit kaum zu quantifizieren. Die Emissionsbilanz des Sektors LULUCF unterliegt jährlich starken Schwankungen, die auf verschiedene Faktoren, wie z. B. unterschiedliche Witterungsbedingungen, die Änderung von Landnutzungen und den damit verbundenen Kohlenstoffab- oder -aufbau, Schädlinge (z. B. Borkenkäfer) oder Änderungen der Nachfrage nach Rohstoffen, wie Holz, zurückzuführen sind (Umweltbundesamt, 2023b). In den Szenarien findet der Einfluss des Sektors LULUCF daher keine Berücksichtigung.

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen nach Sektoreinteilung des Klimaschutzgesetzes für Szenario WEM und Szenario WAM für ausgewählte Jahre (Quelle: Umweltbundesamt).

in Mio. Tonnen CO ₂ -äq	THG-Inventur*			WEM 2024			WAM 2024		
	1990	2005	2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Energie und Industrie gesamt	36,4	41,6	32,6	31,8	31,3	30,9	25,8	20,1	14,5
Energie und Industrie außerhalb Emissionshandel	-	5,9	6,0	6,0	6,1	6,1	4,6	4,2	3,7
Energie und Industrie im Emissionshandel*	-	35,7	26,6	25,8	25,2	24,8	21,2	15,9	10,7
Verkehr**	13,8	24,6	20,6	17,4	10,3	7,6	15,0	6,4	2,1
Gebäude	12,9	12,7	7,4	6,2	5,1	4,8	4,2	1,3	0,2
Landwirtschaft	9,8	8,3	8,2	7,5	7,6	7,3	6,8	6,6	6,1
Abfallwirtschaft	4,7	3,5	2,2	2,0	1,9	1,8	1,9	1,8	1,7
F-Gase	1,6	1,8	1,8	0,9	0,8	0,6	0,8	0,4	0,3
Wirkung zusätzlicher nicht modellierter Maßnahmen							-2,5	-2,5	-2,5
THG nach KSG (ohne EH)***	-	56,8	46,2	40,0	31,8	28,3	33,2	20,7	14,1
inkl. nicht modellierter THG-Reduktion	-	56,8	46,2	40,0	31,8	28,3	30,7	18,2	11,6
Gesamte THG	79,1	92,6	72,8	65,8	57,0	53,1	54,4	36,6	24,9
inkl. nicht modellierter THG-Reduktion	79,1	92,6	72,8	65,8	57,0	53,1	51,9	34,1	22,4

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können sich Rundungsdifferenzen ergeben.

* Daten für 2005 bis 2012 wurden entsprechend der ab 2013 gültigen Abgrenzung des EU-ETS angepasst. Die aktuellen Emissionsdaten weichen von bisher publizierten Zeitreihen ab.

** Verkehr inkl. nationalem Flugverkehr (nat. Flugverkehr 2022: rund 25 kt CO₂)

*** Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz (KSG) – ohne Emissionshandel und ohne CO₂-Emissionen aus nationalem Flugverkehr.

¹⁰ Land Use, Land Use Change and Forestry

2.3 Bruttoinlandsverbrauch

Im Jahr 2022 lag der Bruttoinlandsverbrauch¹¹ (BIV) bei 1.357 PJ.

BIV im WEM Im **Szenario WEM 2024** steigt der BIV bis zum Jahr 2030 leicht um 3 % und sinkt bis 2040 wieder auf knapp unter den Wert von 2022 zurück (siehe Tabelle 4 bzw. Abbildung 5). Fossile Energieträger decken 2022 66 %, 2030 60 %, 2040 53 % und 2050 49 % des BIV. Der Rückgang der fossilen Energieträger geht vor allem auf Maßnahmen im Verkehr und im Gebäudebereich zurück. Durch die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen (v. a. Elektrifizierung) und durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger (Verminderung der Umwandlungsverluste) zeigt sich eine Stabilisierung des BIV bis 2040. Im Jahr 2040 liegt der BIV um 17 PJ unter dem Wert des Jahres 2022.

BIV im WAM Im **Szenario WAM 2024** sinkt der BIV bis 2030 um 2,4 % und bis 2040 um 10 % gegenüber 2022. Fossile Energieträger decken 2030 51 %, 2040 34 % und 2050 24 %. In diesem Zeitraum erfolgt ein bedeutender Ausbau der erneuerbaren Energieträger, die zunehmend fossile Energieträger ersetzen. Der Rückgang des energetischen Endverbrauchs trägt am stärksten zum Rückgang des BIV bei und ist bis 2040 vor allem auf einen steigenden Anteil elektrischer Antriebe im Sektor Verkehr zurückzuführen.

WEM-WAM Vergleich 2040 Im Vergleich zum **Szenario WEM 2024** ist der BIV im **WAM 2024** im Jahr 2030 um ca. 6 % und 2040 um ca. 10 % geringer. Außerdem zeigt das Szenario WAM 2024 einen deutlich rascheren Rückgang des Verbrauches fossiler Energieträger als das WEM 2024 (vgl. Abbildung 6).

Tabelle 4: Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energieträgern für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024				Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Energieträger								
Kohle	103	106	105	104	80	48	5	
Öl	475	448	337	302	395	229	143	
Gas	288	254	238	224	181	116	97	
Biomasse (inkl. Biomethan)	237	276	275	273	308	327	304	
Andere Erneuerbare	193	307	337	362	365	456	501	
Abfall	29	30	30	30	25	25	25	
Strom	31	-17	20	40	-32	-9	4	
Wasserstoff; e-Fuels	-	-	-	-	4	30	68	
BIV	1.357	1.403	1.341	1.336	1.324	1.221	1.147	

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

Von Sekundärenergieträgern wie Strom, Wasserstoff und e-Fuels wird nur die Nettobilanz (Importe abzüglich Exporte) dargestellt.

¹¹ Der Bruttoinlandsverbrauch ist der gesamte Energiebedarf eines Landes. Er umfasst den Verbrauch des Sektors Energie, Netz- und Umwandlungsverluste und den energetischen Endverbrauch (EUROSTAT (2023b)).

Abbildung 5: Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energieträgerkategorien für ausgewählte Jahre.

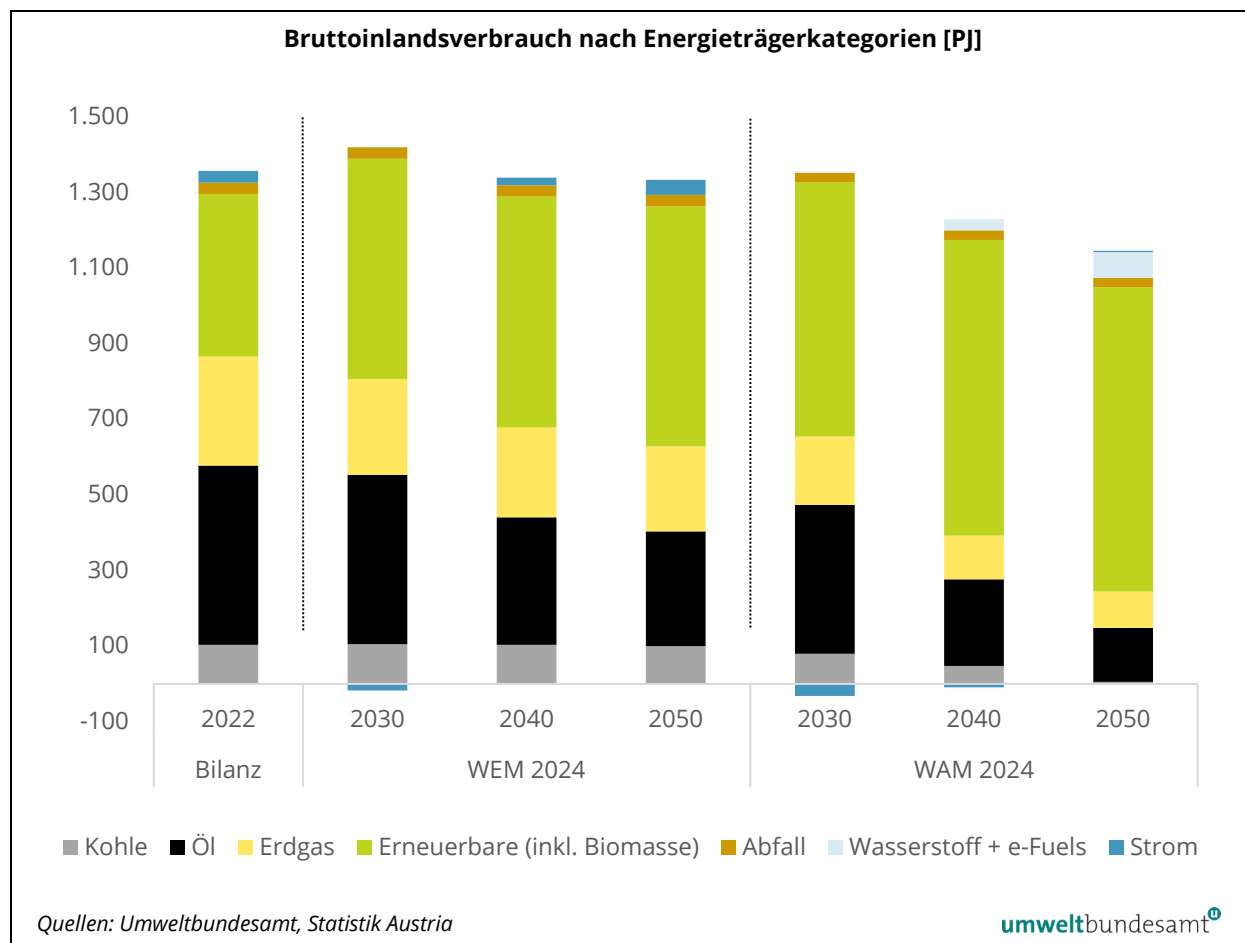


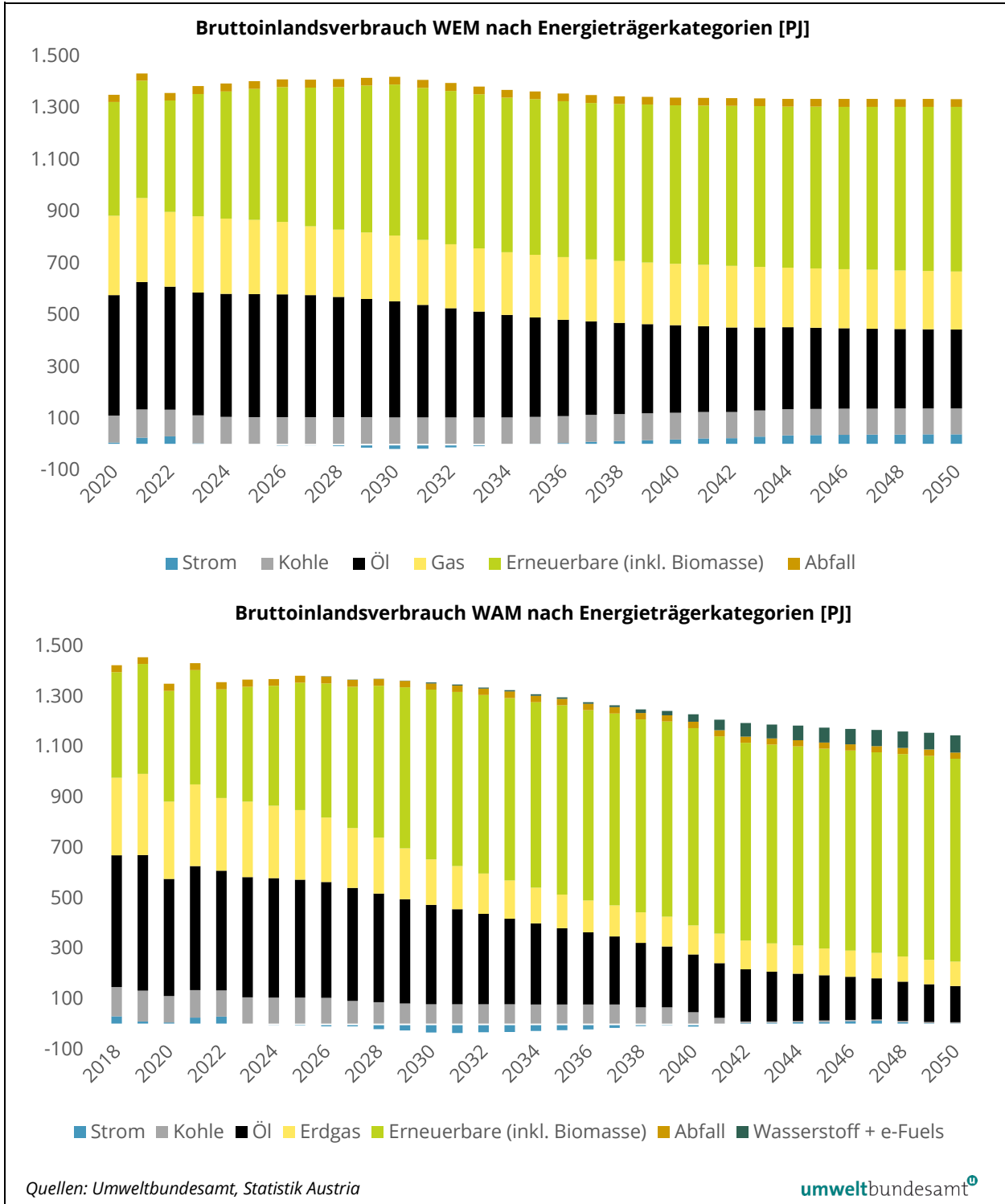
Tabelle 5: Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energiebilanzaggregaten für ausgewählte Jahre (Quelle: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040
Umwandlungseinsatz	738	968	945	966	978	955	911
Umwandlungsausstoß	-660	-894	-870	-885	-899	-882	-839
Nichtenergetischer Verbrauch	74	86	80	81	82	70	66
Transportverluste	24	27	27	27	30	31	31
Verbrauch des Sektors Energie	115	110	108	108	100	98	94
Energetischer Endverbrauch	1.066	1.106	1.051	1.038	1.033	948	885
BIV	1.357	1.403	1.341	1.336	1.324	1.221	1.147

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

*) Für den Umwandlungsausstoß werden die Werte hier negativ angegeben, da er in der Berechnung des Bruttoinlandsverbrauchs von den anderen Summen subtrahiert wird.

Abbildung 6: Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energieträgerkategorien 2020–2050. Von 2020 bis 2022 werden Daten der Energiebilanzen dargestellt



*) von Sekundärenergieträgern wie Strom, Wasserstoff, Fernwärme und e-Fuels wird nur die Nettobilanz (Importe abzüglich Exporte) dargestellt.

2.4 Energetischer Endverbrauch

EEV im WEM Im **Szenario WEM** steigt der EEV¹² bis 2030 leicht, vor allem durch einen Anstieg im Sektor Industrie. Es folgt ein Rückgang bis 2040 unter das Ausgangsniveau von 2022 (siehe Abbildung 7, im Detail Tabelle 8).

EEV im WAM Im **Szenario WAM** sinkt der EEV bis 2030 um 33 PJ und bis 2040 um 118 PJ gegenüber 2022. Im Verkehr führen eine Erweiterung des öffentlichen Verkehrsangebots, die erweiterte Förderung von aktiver Mobilität und gemeinsamer Nutzung von Fahrzeugen zu weiteren Energieeinsparungen. Im Sektor Gebäude, der Haushalte und den Dienstleistungsbereich inkludiert, führen die Umsetzung der Europäischen Gebäuderichtlinie und umfassende Förderungen zu einem weiteren Absinken des EEV und zu einem weiteren Ausstieg aus fossilen Energieträgern bis 2030 (vgl. Tabelle 8). Die Industrie senkt ihren Energieverbrauch durch Energieeffizienzmaßnahmen und Prozessumstellungen.

Abbildung 7: Energetischer Endverbrauch der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.

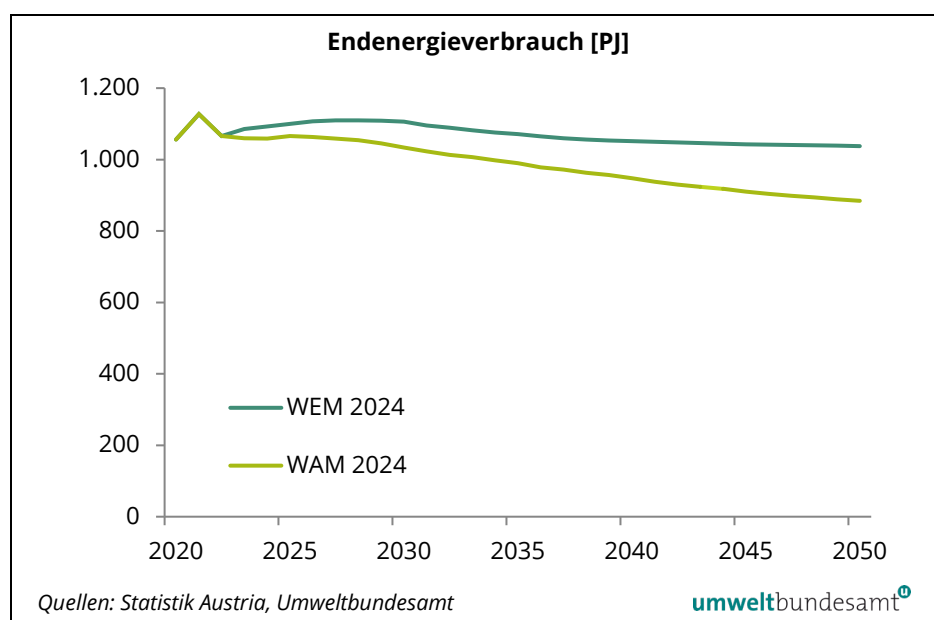


Abbildung 8 zeigt, dass sich die Verteilung des EEV über die Sektoren in beiden Szenarien ähnlich entwickelt. In beiden Szenarien trägt der Sektor Verkehr am stärksten zur Verringerung des EEV bei. Der Sektor Gebäude trägt im Szenario WAM am zweitstärksten zur Verringerung des EEV bei (siehe Tabelle 7).

¹² „Der **energetische Endverbrauch** ist der Gesamtenergieverbrauch der Endnutzer, wie private Haushalte, Industrie und Landwirtschaft, also die Energie, die zu den Endverbrauchern gelangt ohne die Energie, die von der Energiewirtschaft selbst verbraucht wird.“ Die THG-Emissionen von Strom und Fernwärme sind allerdings in der Energiewirtschaft bilanziert.

Abbildung 8: Energetischer Endverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Sektoren für ausgewählte Jahre.

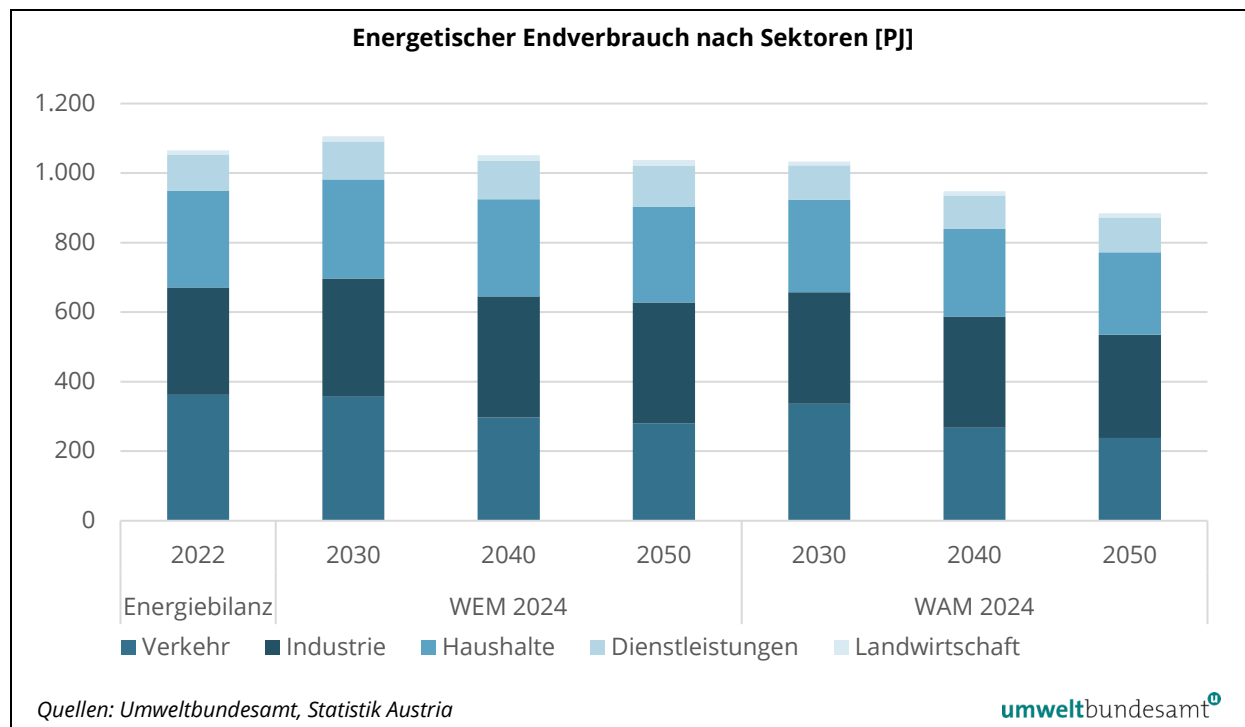


Tabelle 6: Energetischer Endverbrauch nach Sektoren und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Sektoren	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Verkehr	362	357	297	280	337	268	238
	Industrie	308	340	348	347	320	320	297
	Haushalte	278	285	279	276	266	252	237
	Dienstleistungen	104	109	110	117	99	96	100
	Landwirtschaft	12	15	17	17	11	12	13
	EEV	1.066	1.106	1.052	1.038	1.033	948	884

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

Tabelle 7: Relative Änderung des Endverbrauchs nach Sektoren und Szenarien bezogen auf das Jahr 2022 (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Sektoren	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Verkehr	362	-2 %	-18 %	-23 %	-7 %	-26 %	-34 %
	Industrie	308	10 %	13 %	13 %	4 %	4 %	-4 %
	Haushalte	278	3 %	0 %	-1 %	-4 %	-9 %	-15 %
	Dienstleistungen	104	5 %	6 %	12 %	-5 %	-8 %	-4 %
	Landwirtschaft	12	21 %	34 %	36 %	-9 %	-1 %	2 %
	Relative Änderung EEV	1.066	4 %	-1 %	-3 %	-3 %	-11 %	-17 %

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

Tabelle 8: Energetischer Endverbrauch nach Energieträger und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz		Szenario WEM 2024		Szenario WAM 2024			
	Sektoren	2022	2030	2040	2030	2040	2050	
	Kohle	16	16	16	16	14	11	2
	Öl	379	349	251	215	295	150	69
	Gas	179	181	172	163	117	71	51
	Biomasse (inkl. Biomethan)	153	163	155	149	187	199	180
	Abfall	12	12	12	13	11	9	10
	Wasserstoff; e-Fuels	-	-	-	-	10	25	43
	Strom	230	274	326	361	254	306	341
	Wärme	98	111	120	120	148	176	187
	Umgebungswärme etc.*	28	27	40	49	54	77	93
	Fernwärme	70	84	80	71	94	99	94
	EEV	1.066	1.106	1.052	1.038	1.033	948	884

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Umgebungswärme etc. summiert Umgebungswärme, Geothermie, Solarthermie und Reaktionswärme.

2.4.1 Anteil Erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch

Der Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch¹³ (BEEV) beträgt im Energiebilanzjahr 2022 33,8 %. Der Rückgang zu den Vorjahren liegt daran, dass ab 2021 nur noch nachhaltige Biomasse angerechnet werden darf. In den Szenarien stellt sich dieser Indikator wie folgt dar:

Im **Szenario WEM 2024** steigt der Anteil erneuerbarer Energieträger am BEEV 2030 auf 44,5 % und bis 2040 auf 50,3 %. Der Ausbau der erneuerbaren Energieträger erfolgt gemäß den im EAG (BGBl. I Nr. 150/2021) definierten Zielen (+27 TWh bis 2030). In diesem Szenario bleiben Öl, Kohle und Gas in allen Sektoren wichtige Energieträger.

Im **Szenario WAM 2024** erfolgt der Erneuerbaren-Ausbau stärker als im Szenario WEM (zusätzlich +8 TWh), während gleichzeitig die Nachfrage nach fossilen Energieträgern zurückgeht. Weiters wird im Jahr 2040 im Gebäudesektor weitgehend erneuerbare Energie eingesetzt. Entsprechend steigt der Anteil erneuerbarer Energieträger am BEEV im Jahr 2030 auf 56,8 % und 2040 auf 74,2 %.

¹³ Der **Bruttoendenergieverbrauch** besteht aus dem energetischen Endverbrauch, dem Verbrauch des Sektors Energie sowie aus Transportverlusten, die bei der Verteilung von Elektrizität und Wärme auftreten.

Abbildung 9: Anteil erneuerbarer Energieträger am BEEV der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.

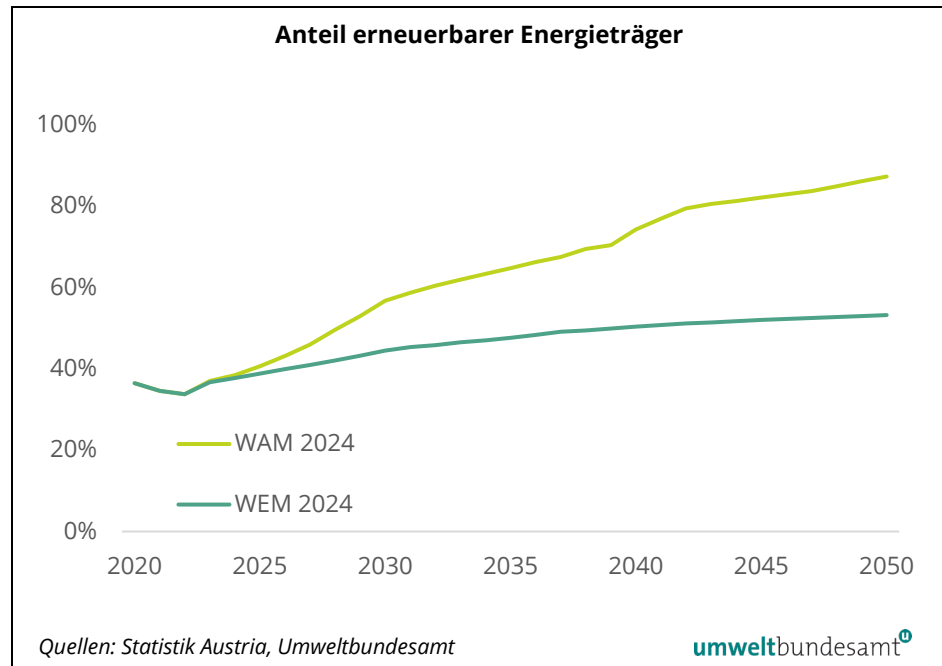


Tabelle 9: Anteil erneuerbarer Energieträger laut Energiebilanz 2022 sowie für die Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre (Quellen: Umweltbundesamt).

Szenarien	Energiebilanz			
	2022	2030	2040	2050
WEM 2024	33,8 %	44,5 %	50,3 %	53,2 %
WAM 2024		56,8 %	74,2 %	87,3 %

2.4.2 Energetischer Endverbrauch – Gebäude

EEV Gebäude im WEM

Verglichen mit 2022 steigt im **Szenario WEM 2024** der Endenergieverbrauch der Gebäude bis 2030 um 12 PJ und bis 2040 um 6 PJ (siehe Tabelle 10). Bis 2040 steigt der EEV im Sektor Gebäude um ca. 2 %. Der steigende Fernwärmeverbrauch wird durch einen höheren Anschlussgrad an die Fernwärmenetze ermöglicht. Aufgrund bestehender Förderungen (z. B. für thermische Sanierungen) geht der Verbrauch von Öl und Gas zurück, während der Stromverbrauch durch Wärmepumpen steigt.

EEV Gebäude im WAM

Im **Szenario WAM 2024** sinkt der Verbrauch bis 2030 um 18 PJ und bis 2040 um insgesamt 35 PJ oder 9 % gegenüber 2022. Der Rückgang von Öl und Gas ist stärker als im Szenario WEM. Fossile Energieträger werden 2040 nur noch im Ausmaß von 16 PJ eingesetzt. Der restliche Energiebedarf wird mit erneuerbarem Strom, erneuerbarer Wärme sowie mit Biomasse gedeckt. In der weiteren Entwicklung bis 2050 sinkt der Endenergieverbrauch im Szenario WAM auf

unter 350 PJ. Öl und Gas verschwinden vollständig. Der Einsatz von Strom und Wärme steigt gegenüber 2030 an.

**WEM-WAM
Vergleich 2040**

Der Unterschied im EEV Gebäude zwischen **WEM 2024** und **WAM 2024** vergrößert sich bis 2030 auf 30 PJ, bis 2040 auf 41 PJ und bis 2050 auf 56 PJ (siehe Abbildung 10 bzw. Tabelle 10). Einen deutlicheren Unterschied zeigt die Energie-trägerzusammensetzung (Abbildung 11). Bis 2050 wird im **Szenario WAM** im Sektor Gebäude kein Öl, Gas und Kohle mehr verbraucht.

Abbildung 10: Energetischer Endverbrauch des Sektors Gebäude der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.

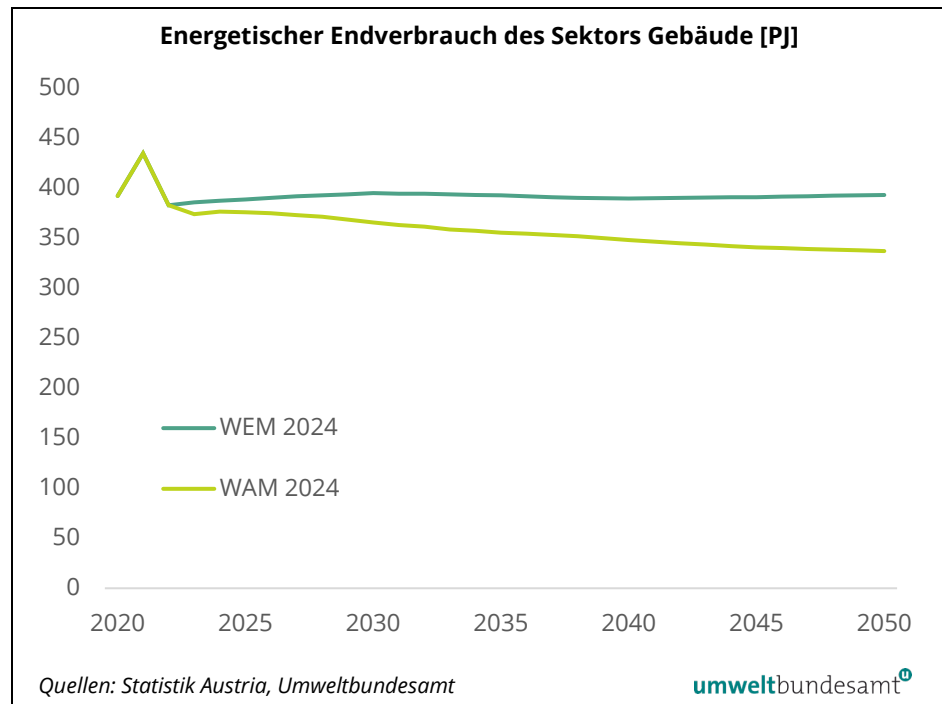


Abbildung 11: Energetischer Endverbrauch des Sektors Gebäude nach Energieträgern der Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre.

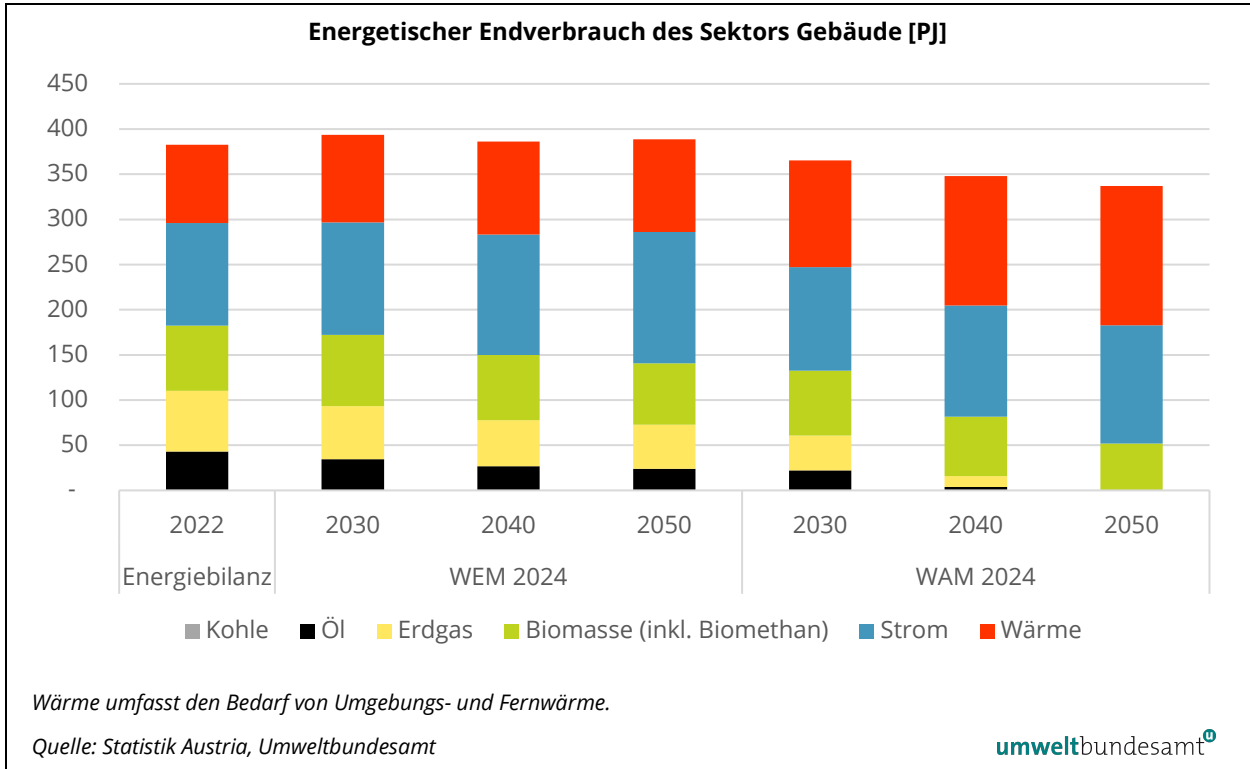


Tabelle 10: Energetischer Endverbrauch des Sektors Gebäude (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energieträger	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Kohle	0	0	0	0	0	0	0
	Öl	43	34	27	24	22	4	0
	Gas	67	59	51	49	38	12	0
	Biomasse (inkl. Biomethan)	72	79	72	68	72	66	52
	Strom	113	125	134	145	115	123	131
	Wärme*	87	97	103	103	118	143	154
	EEV Gebäude	383	394	386	389	365	348	337

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Wärme umfasst den Bedarf von Nah- und Fernwärme.

2.4.3 Energetischer Endverbrauch – Verkehr

EEV Verkehr im WEM

Im Szenario WEM 2024 sinkt der EEV des Verkehrs bis 2030 um 5 PJ und danach bis 2040 um 60 PJ gegenüber 2022. Der Kraftstoffexport im Tank wurde auf Basis der Entwicklung in der Energiebilanz 1970–2022 im Modell abgebildet.

det. Durch die Elektrifizierung verringert sich die Nachfrage nach fossilen Energieträgern. Erdöl bleibt jedoch bis ins Jahr 2050 mit Abstand der wichtigste Energieträger.

EEV Verkehr im WAM

Im **Szenario WAM 2024** beträgt der EEV im Verkehr im Jahr 2030 337 PJ. Bis 2040 sinkt der EEV um 94 PJ bzw. 26 % gegenüber 2022. Der Kraftstoffexport im Tank wurde auf Basis der Entwicklung in der Energiebilanz 1970–2022 abgebildet und verringert sich aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung weiter. Wasserstoff wird in geringem Maß ab 2026 als Energieträger eingeführt und erreicht im Jahr 2040 einen Anteil von 5,7 % am EEV des Sektors Verkehr. Während fossile Energieträger 2022 noch über 90 % des Verbrauchs im Verkehr ausmachen, decken Strom, Wasserstoff, e-Fuels und Biomasse 2030 zusammen 19 % und 2040 zusammen 46 % des Verbrauchs.

WEM-WAM Vergleich 2040

Der Unterschied im EEV Verkehr zwischen **WEM 2024** und **WAM 2024** vergrößert sich bis 2030 auf 20 PJ und bis 2040 auf 29 PJ (siehe Tabelle 11). Einen deutlicheren Unterschied zeigt die Energieträgerzusammensetzung (siehe Abbildung 13). Im WAM 2024 werden vor allem im Bereich Offroad und Flugverkehr Pflanzenöl und Kerosin auf biogener Basis eingesetzt. Im Pkw-Verkehr hat in beiden Szenarien der Strom einen bedeutenden Anteil. Wasserstoff und e-Fuels finden nur im WAM 2024 Anwendung.

Abbildung 12: Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.

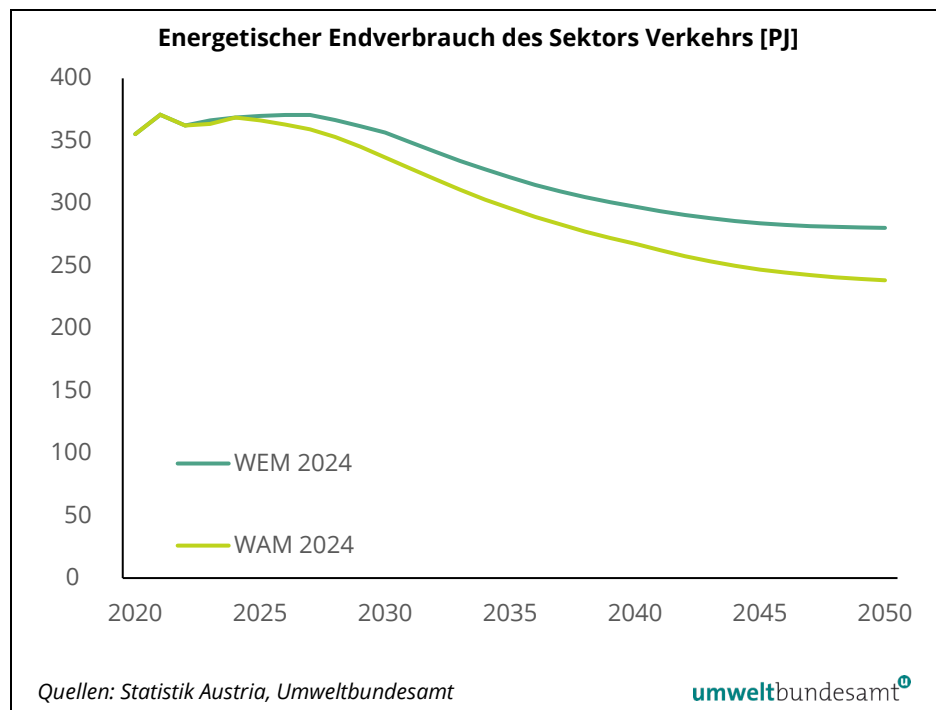


Abbildung 13: Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr nach Energieträgern der Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre.

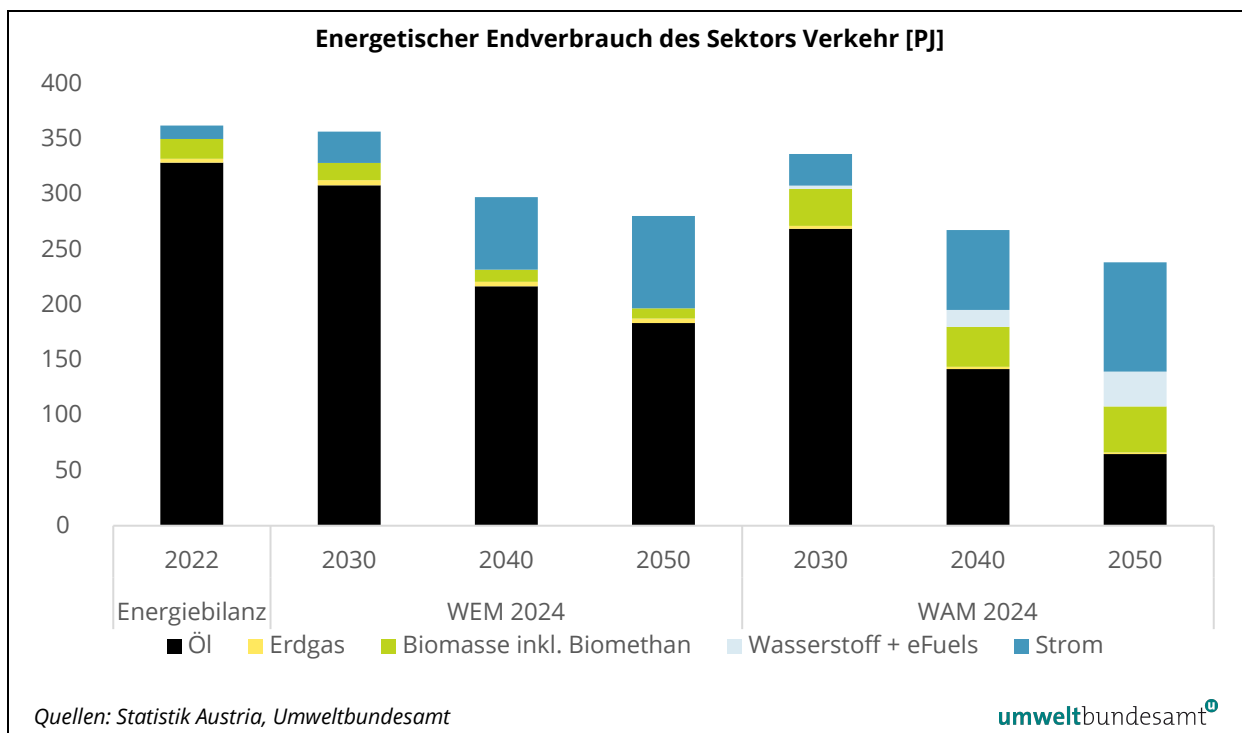


Tabelle 11: Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr (inklusive offroad) nach Energieträgern und Szenarien.

in PJ	Energieträger	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Öl	329	308	217	183	269	142	65
	Gas	3	4	4	4	3	2	1
	Biomasse (inkl. Biomethan)	18	16	11	9	34	36	42
	Wasserstoff; e-Fuels	-	-	-	-	3	15	32
	Strom	12	28	66	84	29	72	99
	EEV Verkehr	362	357	297	280	337	268	238

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

2.4.4 Energetischer Endverbrauch – Landwirtschaft

Im **Szenario WEM 2024** steigt der EEV im Sektor Landwirtschaft von 2022 bis 2030 um 2,6 PJ und bis 2040 um weitere 1,6 PJ. Im **Szenario WAM 2024** bleibt der Endverbrauch relativ konstant.

Tabelle 12: Energetischer Endverbrauch des Sektors Landwirtschaft (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energieträger	E-bilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Öl	0	0	0	0	0	0	0
	Gas	1	1	1	1	1	1	1
	Biomasse (inkl. Biomethan)	6	8	9	9	6	7	7
	Strom	5	5	6	6	4	4	4
	Wärme	1	1	1	1	1	1	1
	EEV Landwirtschaft	12	15	17	17	11	12	13

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

2.4.5 Energetischer Endverbrauch – Industrie

EEV Industrie im WEM Der Endenergieverbrauch der Industrie steigt im **Szenario WEM** bis 2030 um 10 %, bis 2040 um weitere 3 % bezogen auf das Jahr 2022 und bleibt danach auf diesem Niveau (siehe Abbildung 14).

EEV Industrie im WAM Im **Szenario WAM 2024** steigt der EEV bis 2030 um 4 % und bleibt bis 2040 auf diesem Niveau. Bis 2050 sinkt der EEV um 10 PJ unter den Wert von 2022. Biomasse, Wasserstoff, Wärme und Strom decken 2030 68 % und 2040 75 % des EEV. Ein Teil der Wärme wird jedoch mit fossilen Energieträgern erzeugt (vgl. Kapitel 0).

WEM-WAM Vergleich 2040 Der Unterschied im EEV Industrie zwischen **WEM 2024** und **WAM 2024** vergrößert sich bis 2030 auf 20 PJ und bis 2040 auf 28 PJ (siehe Tabelle 13). Während im WEM 2024 der Erdgasverbrauch bis 2030 um 10 % steigt und danach konstant bleibt, sinkt er im Szenario WAM 2024 bis 2030 um 29 % und bis 2040 auf ca. die Hälfte gegenüber 2022 bzw. gegenüber dem Szenario WEM 2024. Im WAM 2024 wird Erdgas unter anderem durch erneuerbare Gase, erneuerbare Wärme, Biomasse und Strom ersetzt.

Abbildung 14: Energetischer Endverbrauch des Sektors Industrie (ohne offroad) der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.

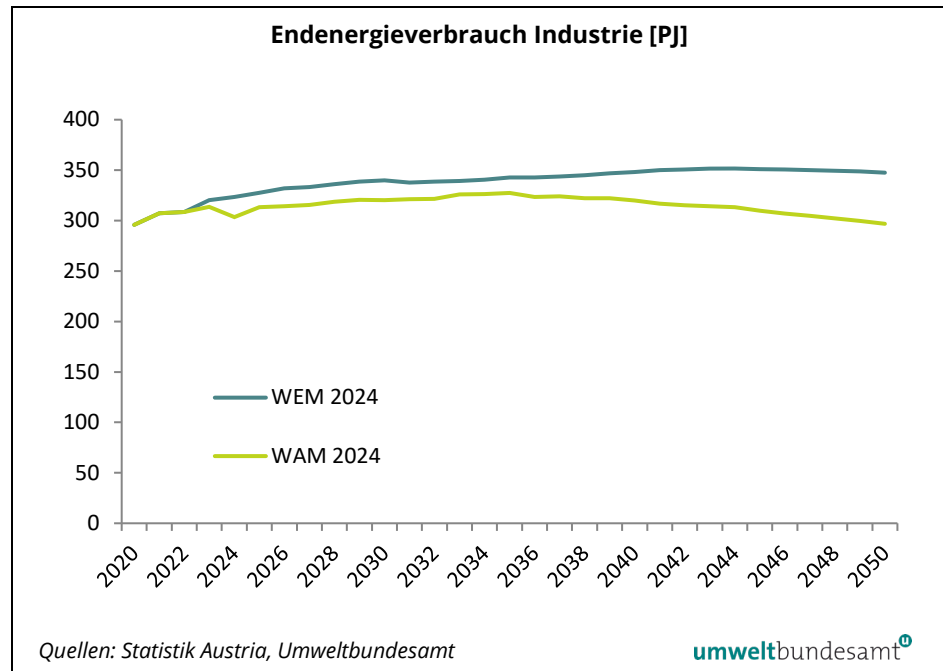


Abbildung 15: Energetischer Endverbrauch des Sektors Industrie nach Energieträgern der Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre.

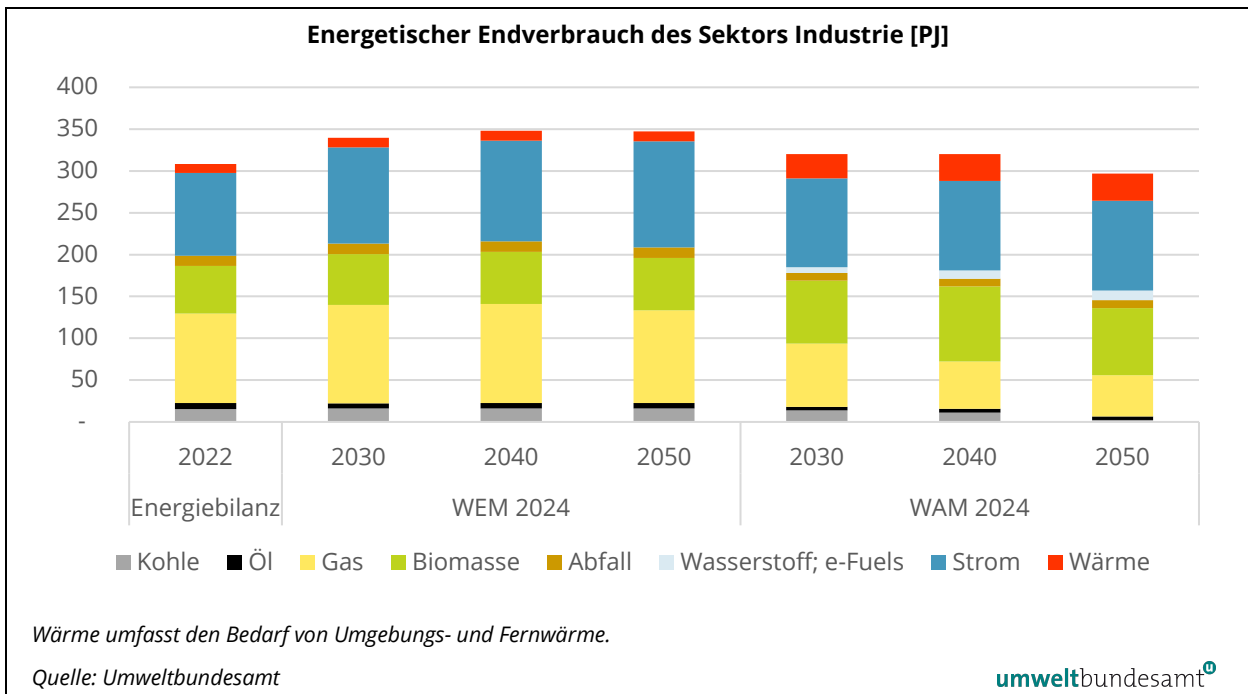


Tabelle 13: Energetischer Endverbrauch des Sektors Industrie (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024			
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	Energieträger							
	Kohle	15	16	16	16	14	11	2
	Öl	7	6	6	6	4	4	4
	Gas	107	118	118	111	76	57	49
	Biomasse (inkl. Biomethan)	57	61	62	62	75	90	80
	Abfall	12	12	12	13	9	9	10
	Wasserstoff; e-Fuels	-	-	-	-	7	10	12
	Strom	99	115	120	127	106	107	107
	Wärme	11	12	12	12	29	32	32
	EEV Industrie	308	340	348	347	320	320	297

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

2.5 Elektrische Energie

2.5.1 Strombedarf

Stromverbrauch im WEM Der Gesamtstromverbrauch nimmt im **Szenario WEM 2024** vor allem durch den steigenden Bedarf der Elektromobilität im Verkehr zu. Auch in der Industrie und im Gebäudebereich wird vermehrt Strom als Energieträger eingesetzt. Dadurch steigen auch die Transportverluste. Der Strombedarf steigt bis 2030 um 50 PJ und bis 2040 um 102 PJ gegenüber 2022 (Tabelle 14).

Stromverbrauch im WAM Das **Szenario WAM 2024** zeigt einen deutlich höheren Strombedarf als das Szenario WEM. Der Strombedarf ist 2030 um 55 PJ und bis 2040 um 130 PJ höher als 2022. Ein Teil dieser Steigerung wird durch die inländische Produktion von Wasserstoff durch Elektrolyseanlagen verursacht. Die elektrische Energie wird daher als Umwandlungseinsatz bilanziert, Wasserstoff als Umwandlungsausstoß.

WEM-WAM Vergleich 2040 Der Stromverbrauch ist im **WEM 2024** bis 2030 um 11 PJ und bis 2040 um 28 PJ geringer als im **WAM 2024** (siehe Tabelle 14). Während im Szenario WEM 2024 kein Strom im Umwandlungseinsatz zur Produktion von Wasserstoff eingesetzt wird, sind dies im Szenario WAM 2024 im Jahr 2030 16 PJ und Jahr 2040 34 PJ.

Tabelle 14: Strombedarf der Sektoren, Verbrauch des Sektors Energie und Transportverluste in den Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
	2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Verkehr	12	30	67	85	29	72	99
Gebäude	113	126	134	145	115	123	131
Landwirtschaft	5	4	5	5	4	4	4
Industrie	99	115	120	127	106	107	107
Verbrauch des Sektors Energie	23	25	25	26	35	40	45
Transportverluste	12	14	15	17	13	14	15
Umwandlungseinsatz	-	0	0	0	16	34	35
Strombedarf	264	314	367	405	319	394	436
Strombedarf (in TWh)	73	87	102	113	89	109	121

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

2.5.2 Stromerzeugung

Stromerzeugung im WEM

Im **Szenario WEM 2024** steigt die Stromerzeugung bis 2030 um 97 PJ und bis 2040 um 113 PJ gegenüber 2022. Die Stromerzeugung aus fossilen Quellen sinkt aufgrund des Ausbaus gemäß dem EAG (+27 TWh erneuerbare Stromproduktion) bis 2030 um 21 PJ und bis 2040 um 24 PJ. Im Jahr 2030 übersteigt die Stromproduktion die Stromnachfrage und es kommt zu Nettoexporten. Aufgrund weiterhin bestehender fossiler Stromproduktion im Szenario WEM 2024 wird jedoch das Ziel, 100 % des inländischen Stromverbrauchs bis 2030 durch erneuerbare Quellen im Inland (national bilanziell) abzudecken, nicht erreicht (siehe Tabelle 15).

Stromerzeugung im WAM

Im **Szenario WAM** werden bis 2030 die Kapazitäten aus PV und Windkraft noch stärker ausgebaut als im Szenario WEM (+8 TWh gegenüber dem EAG-Ziel von 27 TWh). Im Jahr 2030 wird das Ziel erreicht, 100 % des inländischen Stromverbrauchs durch erneuerbare Quellen im Inland (national bilanziell) abzudecken. Bis 2030 halbiert sich der Einsatz von fossilen Energieträgern zur Stromerzeugung gegenüber 2022 von 51 PJ auf 23 PJ und beträgt 2040 noch 14 PJ. Die inländische Stromerzeugung steigt bis 2040 insgesamt um 73 % gegenüber 2022.

WEM-WAM Vergleich 2040

Die Stromerzeugung erhöht sich zwischen **WEM 2024** und **WAM 2024** bis 2030 um 21 PJ und bis 2040 um 57 PJ (siehe Tabelle 15). Die Erzeugung aus Photovoltaik ist im Jahr 2040 im WAM 2024 doppelt so hoch wie im WEM 2024, während die Windkraft um 26 % über dem WEM 2024 liegt.

Abbildung 16 veranschaulicht den Anstieg der Stromerzeugung durch Wind und PV in den Szenarien.

Abbildung 16: Anstieg der Stromerzeugung aus Wind und PV 2010 bis 2050 in den Szenarien.

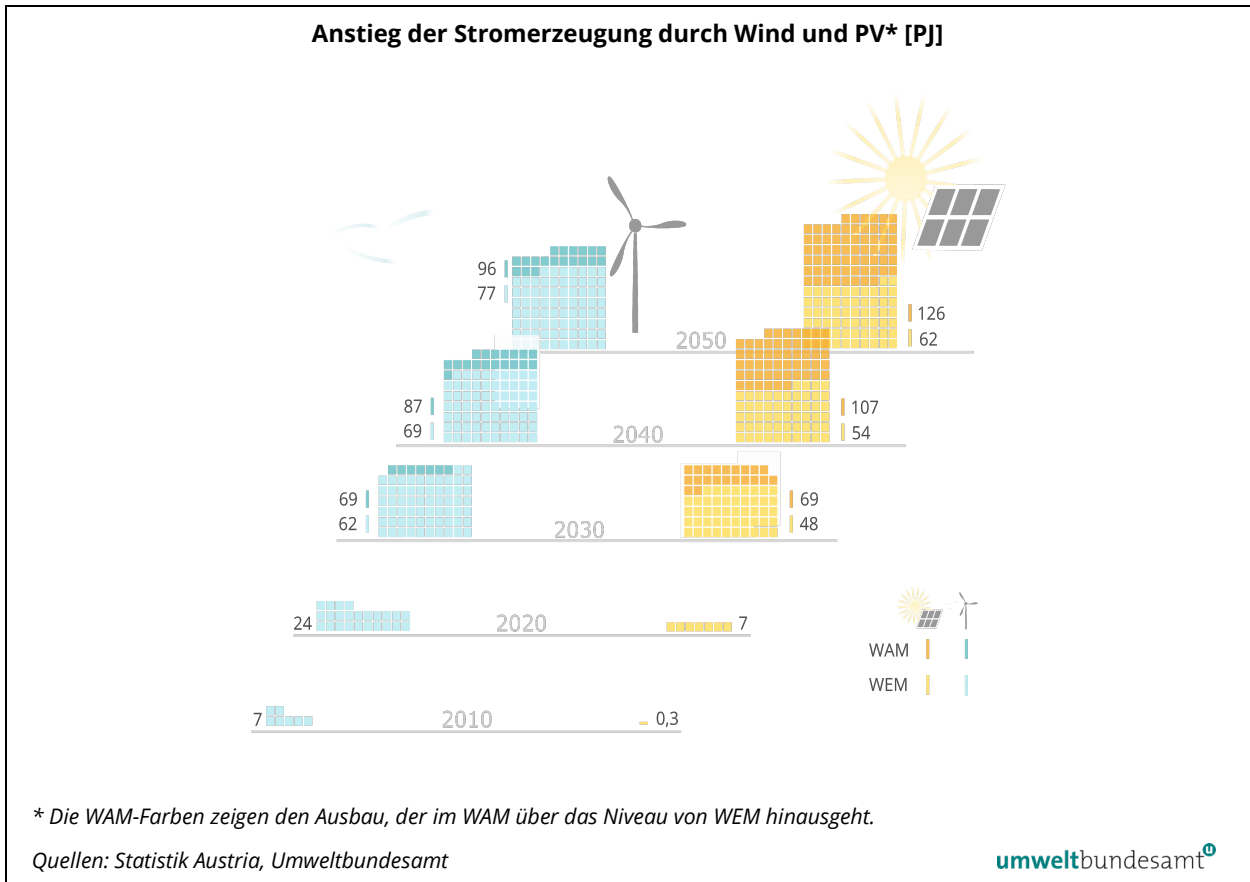


Abbildung 17: Stromerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien für ausgewählte Jahre.

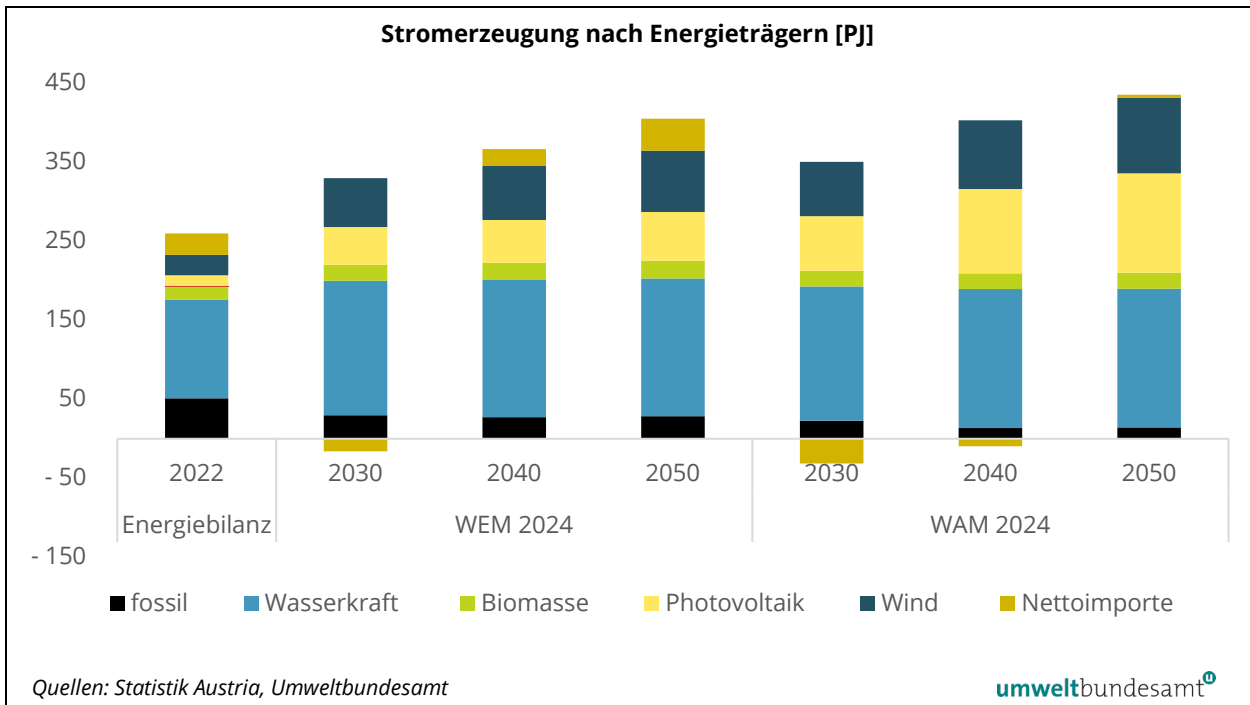


Tabelle 15: Stromerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energieträger	E-Bilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	fossil	51	30	27	29	23	14	14
	Wasserkraft	125	170	174	174	170	176	176
	Biomasse (inkl. Biomethan)	17	20	21	23	20	20	20
	Umgebungswärme etc.*	0	-	-	-	-	-	-
	Photovoltaik	14	48	54	62	69	107	126
	Wind	26	62	69	77	69	87	96
	Stromerzeugung	233	330	346	365	351	403	432
	Nettoimporte	31	-16	21	41	-32	-10	4
	Anteil erneuerbarer Stromerzeugung am Verbrauch	69 %	96 %	93 %	93 %	103 %	99 %	96 %

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Umgebungswärme etc. summiert Umgebungswärme, Geothermie, Solarthermie und Reaktionswärme.

Tabelle 16: Stromerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien in TWh (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in TWh	Energieträger	E-Bilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
	fossil	14	8	8	8	6	4	4
	Wasserkraft	35	47	48	48	47	49	49
	Biomasse (inkl. Biomethan)	5	6	6	6	6	6	6
	Umgebungswärme etc.*	0	0	0	0	0	0	
	Photovoltaik	4	13	15	17	19	30	35
	Wind	7	17	19	22	19	24	27
	Stromerzeugung	65	92	96	101	97	112	120
	Nettoimporte	9	-4	6	11	-9	-3	1
	Anteil erneuerbarer Stromerzeugung am Verbrauch	69 %	96 %	93 %	93 %	103 %	99 %	96 %

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Umgebungswärme etc. summiert Umgebungswärme, Geothermie, Solarthermie und Reaktionswärme.

2.6 Erneuerbare Gase

2.6.1 Wasserstoff

Wasserstoff im WEM

In der österreichischen Industrie werden derzeit 4,6 TWh – zum Großteil fossiler – Wasserstoff eingesetzt. Erneuerbarer Wasserstoff kommt im **Szenario**

WEM 2024 im betrachteten Zeitraum aufgrund der nachteiligen Kostenstruktur nur in Versuchsanlagen zum Einsatz. Das bedeutet: Das Ziel der Erneuerbaren-Energie-Richtlinie (VO (EU) 2023/2413) für industriellen erneuerbaren Wasserstoff wird nicht erreicht.

Wasserstoff im WAM Im **Szenario WAM 2024** wird bis 2030 gemäß der Wasserstoffstrategie 1 GW_{el} an Elektrolysekapazitäten errichtet. Ab dem Jahr 2035 werden große Mengen an klimaneutralem Wasserstoff durch die Fertigstellung des EU Hydrogen Backbones (EHB, 2022) aus Ländern mit geringen Gestehungskosten importiert. Bis 2030 steigt der Wasserstoffverbrauch durch Umstellungen in der Ammoniakherstellung und durch Substitution von Erdgas mit Wasserstoff in der Industrie sowie durch einen geringen Einsatz im Verkehr. Bis zum Jahr 2040 wird Wasserstoff neben der Industrie auch im Güterverkehr in nennenswerten Mengen eingesetzt. Insgesamt beträgt der Wasserstoffverbrauch 2030 14 PJ und 2040 51 PJ (siehe Tabelle 17).

2.6.2 Biomethan

Biomethan im WEM Im Jahr 2022 wird Biogas vor allem zur Stromerzeugung eingesetzt. Die Biogasproduktion im **Szenario WEM 2024** wird in geringem Umfang ausgebaut und die Einspeisung ins Gasnetz erhöht. Bis zum Jahr 2030 steigt der Verbrauch um 3 PJ und bis 2040 um 12 PJ im Vergleich zu 2022.

Biomethan im WAM Im **Szenario WAM 2024** steigt der Biomethanverbrauch bis 2030 um 10 PJ und bis 2040 um 28 PJ im Vergleich zu 2022. Ab 2025 wird Biogas zunehmend aufbereitet und ins Gasnetz eingespeist. Es wird angenommen, dass in Österreich ein Aufbringungspotenzial von ca. 36 PJ aus landwirtschaftlichen Quellen (Wirtschaftsdünger, Zwischenfrüchte, Stroh) und biogenen Abfällen zur Verfügung steht (AEA, 2021, BMK, 2023c).

Tabelle 17: Verbrauch erneuerbarer Gase in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040
Wasserstoff	0	0,3	0,3	0,3	14	51	82
Biomethan	7	10	19	22	17	35	35

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

2.7 Fernwärme

Fernwärmebedarf im WEM Die Fernwärmenachfrage steigt im **Szenario WEM 2024** von 2022 bis 2030 zunächst um 14 PJ. Bis 2040 beträgt die Steigerung gegenüber 2022 nur noch 9 PJ. Der Rückgang findet vor allem bei Wohn- und Dienstleistungsgebäuden statt. Mit der fortschreitenden Sanierung der Gebäudehüllen sinkt auch der Heizwärmebedarf.

Fernwärmebedarf im WAM Das **Szenario WAM 2024** zeigt einen kontinuierlichen Anstieg des Fernwärmebedarfs bis 2030 um 28 PJ und bis 2040 um 34 PJ gegenüber 2022. Der Ausbau der Fernwärme erklärt sich durch die Umstellung auf CO₂-freie Heizungssysteme und den Einsatz von Fernwärme in der Industrie sowie durch die mit dem Aufkommen proportional steigenden Transportverluste.

WEM-WAM Vergleich 2040 Der Fernwärmebedarf ist im **Szenario WAM 2024** im Jahr 2030 um 15 % und im Jahr 2040 um 27 % höher als im **Szenario WEM 2024** (siehe Tabelle 18).

Tabelle 18: Fernwärmenachfrage nach Sektoren in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: e-Think 2023, Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024			Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040
Gebäude	60	73	68	59	81	85	80
Landwirtschaft	0	0	0	0	0	0	0
Industrie	10	11	12	12	13	14	13
Transportverluste	12	12	11	10	16	17	16
Gesamt	82	96	91	81	110	116	110
Gesamt (in TWh)	23	27	25	23	31	32	30

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

Fernwärmeerzeugung im WEM Neben der Biomasse bleibt im **Szenario WEM 2024** Erdgas über den gesamten betrachteten Zeitraum ein wichtiger Energieträger. Bis 2030 bleibt die Produktion aus Erdgas gleich, danach sinkt sie bis 2040 um 6 PJ gegenüber 2022. Die fossilen Energieträger decken 2030 40 % und 2040 34 % des Fernwärmebedarfs. Die Produktion aus Biomasse steigt bis 2030 um 13 PJ und bis 2040 um 15 PJ gegenüber 2022.

Fernwärmeerzeugung im WAM Die Produktion aus Erdgas bleibt im **Szenario WAM 2024** wichtig und steigt bis 2030 um 6 PJ gegenüber 2022; bis 2040 sinkt sie um 4 PJ gegenüber 2030. Die fossilen Energieträger decken 2030 40 % und 2040 34 % des Fernwärmebedarfs. Die Erzeugung aus Geothermie und Großwärmepumpen steigt bis 2030 um 6 PJ und bis 2040 um 12 PJ gegenüber 2022. Auch 1 PJ aus Wasserstoff-KWK wird 2040 in Fernwärmenetze eingespeist.

WEM-WAM Vergleich 2040 Im Bereich der Fernwärmeerzeugung dominiert in beiden Szenarien Biomasse als Hauptenergieträger (>50 %), gefolgt von fossilen Energieträgern (siehe Tabelle 19). Die Fernwärmeerzeugung gesamt folgt der Nachfrage im jeweiligen Szenario. Da es weder Importe noch Exporte gibt, sind Verbrauch und Erzeugung gleich. Der höhere Fernwärmebedarf im WAM 2024 bedingt aufgrund des

gleichen relativen Anteils in beiden Szenarien auch einen höheren Verbrauch an Biomasse sowie an fossilen Energieträgern als im WEM 2024.

Tabelle 19: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in PJ	Energiebilanz	Szenario WEM 2024				Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Kohle	1	2	2	2	2	3	0	
Öl	3	3	2	2	3	2	1	
Gas	27	27	21	16	33	29	30	
Abfall	6	6	6	6	6	7	4	
Biomasse (inkl. Biomethan)	44	57	59	55	59	63	57	
Umgebungswärme etc.*	1	1	1	1	7	13	14	
Wasserstoff	-	-	-	0	-	1	4	
Gesamt	82	96	91	81	110	116	110	
Gesamt (in TWh)	23	27	25	23	31	32	30	

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Umgebungswärme etc. summiert Umgebungswärme, Geothermie, Solarthermie und Reaktionswärme.

2.8 Eisen- und Stahlindustrie

Auf die Eisen- und Stahlindustrie entfällt im Jahr 2022 rund die Hälfte der THG-Emission des Sektors Industrie (Umweltbundesamt, 2024). Für diese Branche sind wesentliche Dekarbonisierungsoptionen bekannt.

EISSEE-Modell Anhand eines vom Umweltbundesamt entwickelten kostenbasierten Technologiemodells (EISSEE) wurden für die Szenarien WEM 2024 und WAM 2024 Energiebedarf und Treibhausgasemissionen des Subsektors Eisen- und Stahlherstellung berechnet. Zur Funktionsweise und zu den Annahmen dieses Modells wird auf Anhang 1 verwiesen.

Szenario WEM Im **Szenario WEM 2024** wird bis 2050 eine gleichbleibende Stahlproduktion vorausgesetzt. Im Jahr 2022 betrug diese 7,7 Mio. Tonnen Rohstahl. Derzeit wird in Österreich Stahl über den Hochofenprozess und zu einem geringeren Anteil in Elektrolichtbogenöfen produziert. Diese Produktionsstruktur verändert sich im Szenario WEM bis 2040 nicht.

Szenario WAM Im **Szenario WAM 2024** werden kurz vor 2030 zwei Hochöfen durch Elektrolichtbogenöfen ersetzt, womit der Anteil des Schrotteinsatzes von derzeit knapp 30 % auf fast 50 % steigt. Bis zum Jahr 2050 werden die verbliebenen Hochöfen sukzessive auf ein Reduktionsverfahren auf Wasserstoffbasis umgestellt. Strom und Wasserstoff werden bis 2050 zu den wichtigsten Energieträgern.

Ausgelöst wird die Umstellung der Produktionsstruktur in erster Linie durch den CO₂-Preis. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Stahlproduktion – wie auch andere relevante Industriebranchen – effektiv vor dem Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen (Carbon Leakage) geschützt ist.

Tabelle 20: Energiebedarf der Eisen- und Stahlindustrie in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).

in TJ	E-Bilanz	Szenario WEM 2024				Szenario WAM 2024		
		2022	2030	2040	2050	2030	2040	2050
Energetischer Endverbrauch	38.329	37.955	37.726	37.498	36.165	33.711	28.937	
Kohle (inkl. Restgase)	11.237	10.650	10.662	10.672	9.719	7.796	-	
Gas	16.599	17.506	17.239	17.007	16.515	14.408	15.716	
Strom	9.178	9.432	9.461	9.459	9.513	9.937	10.774	
Wasserstoff*	-	-	-	-	-	1.089	1.893	
Sonstige	1.314	367	364	361	417	480	554	
Verbrauch Sektor Energie	68.831	73.029	72.752	72.467	58.016	57.025	52.774	
Kohle (inkl. Restgase)	61.195	65.156	64.843	64.520	47.157	26.610	-	
Gas	1.290	1.518	1.516	1.514	721	665	647	
Strom	4.425	4.761	4.780	4.799	9.031	12.165	15.271	
Wasserstoff*	-	122	122	122	122	17.069	36.855	
Sonstige	1.921	1.471	1.491	1.510	983	517	-	
Umwandlungseinsatz*	105.590	104.778	104.634	104.481	84.832	52.621	4.994	
Umwandlungsausstoß*	-92.360	-92.051	-92.242	-92.434	-76.012	-48.523	-4.994	
Transportverluste*	668	660	657	654	466	258	-	

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

* Die Wasserstoffherstellung wird hier nicht berücksichtigt.

2.9 Ökonomische Entwicklungen

modellgestützte Evaluierung

Um die ökonomischen Folgen der geplanten Politiken und Maßnahmen der zwei Szenarien WEM 2024 und WAM 2024 auf Beschäftigung, Wertschöpfung, privaten Konsum sowie Einkommensverteilung abzuschätzen, wurde das MIO-ES-Modell des Umweltbundesamts herangezogen (Umweltbundesamt, 2023d). Im Folgenden werden die Ergebnisse des Szenarios WAM 2024 mit dem Szenario WEM 2024 verglichen. Hinter den Szenarien liegen jeweils Annahmen zu Energie- und CO₂-Preisen (vgl. Tabelle 1), die sektoralen Maßnahmen und die dafür erforderlichen Investitionen (siehe Tabelle 21).

Tabelle 21: Modellerte öffentliche und private Gesamtinvestitionen in den Szenarien.

Angaben in Mrd. Euro 2022 Sektor / Bereich	kumuliert 2023–2040		kumuliert 2023–2050	
	WEM	WAM	WEM	WAM
Energieversorgung	51,8	109,4	65,7	129,0
Investitionen in erneuerbare Anlagen	27,6	51,6	32,1	59,8
Stromnetzausbau	22,3	49,7	31,1	57,9
H ₂ -Ausbau	-	5,0	-	7,8
Ausbau/Dekarbonisierung Fernwärmesysteme	1,8	3,0	2,5	3,5
Industrie	8,4	12,8	13,6	18,4
Eisen/Stahl	3,2	3,4	3,8	5,0
Steine, Erden	1,0	1,8	1,8	2,8
chemische Industrie, Papier, Zellstoff	1,8	2,6	2,8	3,7
Andere Branchen	2,4	5,0	5,2	6,9
Gebäude	249,8	277,2	389,0	431,6
Wohngebäude	202,5	226,1	315,4	348,2
Dienstleistungsgebäude	47,3	51,1	73,6	83,4
Verkehr	181,4	214,4	251,9	314,7
Öffentlicher Verkehr	61,3	87,0	84,9	135,6
E-Mobilität-Ausbau	117,5	120,9	163,3	168,7
Ausbau aktive Mobilität	2,6	6,5	3,7	10,3
Gesamt	491,3	613,7	720,2	893,7

Quellen: Umweltbundesamt, eigene Berechnungen auf Basis von (BMK, 2023a, BloombergNEF und Transport & Environment, 2021, BMF, 2021, BMK, 2023b, BMK, 2024, Bonaccorso, 2021, e-think, 2023, IFEU, 2022, IHS, 2022, ITnA, 2024, Logar und Skrjanc, 2021, Oesterreichs Energie, 2022, Oesterreichs Energie, 2024, Spörk, 2020, Umweltbundesamt, 2022, voestalpine, 2024, voestalpine, 2021, Wienerberger, 2023)

Anmerkung: Die hier dargestellten Zahlen entsprechen den modellierten Zahlen, die dem MIO-ES Modell zugrunde liegen.

Die Tabelle 21 zeigt die (öffentlichen und privaten) Gesamtinvestitionen über den entsprechenden Zeitraum. Viele der privaten Investitionen werden allerdings durch öffentliche Mittel (beispielsweise Förderungen) ausgelöst bzw. kofinanziert (z. B. Gebäudesanierungen). Die größten Investitionen für Klimaschutz werden in den Sektoren Gebäude und Verkehr erforderlich sein. Auch für die Energieversorgung werden Investitionen von etwas über 100 Mrd. Euro angenommen. Im Sektor Gebäude sind hohe Investitionen in die thermische Gebäudesanierung und den Umstieg auf erneuerbare Heizungsanlagen hinterlegt. Im Sektor Verkehr liegt der Fokus auf der Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs und der Umstellung der Fahrzeugflotte auf E-Mobilität. In der Energieversorgung wird sukzessive auf erneuerbare Stromproduktion, Wasserstoff und andere erneuerbare Energieträger umgestellt, was die Installation von Technologien zu deren Bereitstellung und die Errichtung der entsprechenden Leitungsinfrastruktur erfordert. In der Industrie werden Energieeffizienzmaßnahmen gesetzt, Prozesse elektrifiziert und der Ausbau erneuerbarer Energieträger forciert.

Beschäftigung und Wertschöpfung

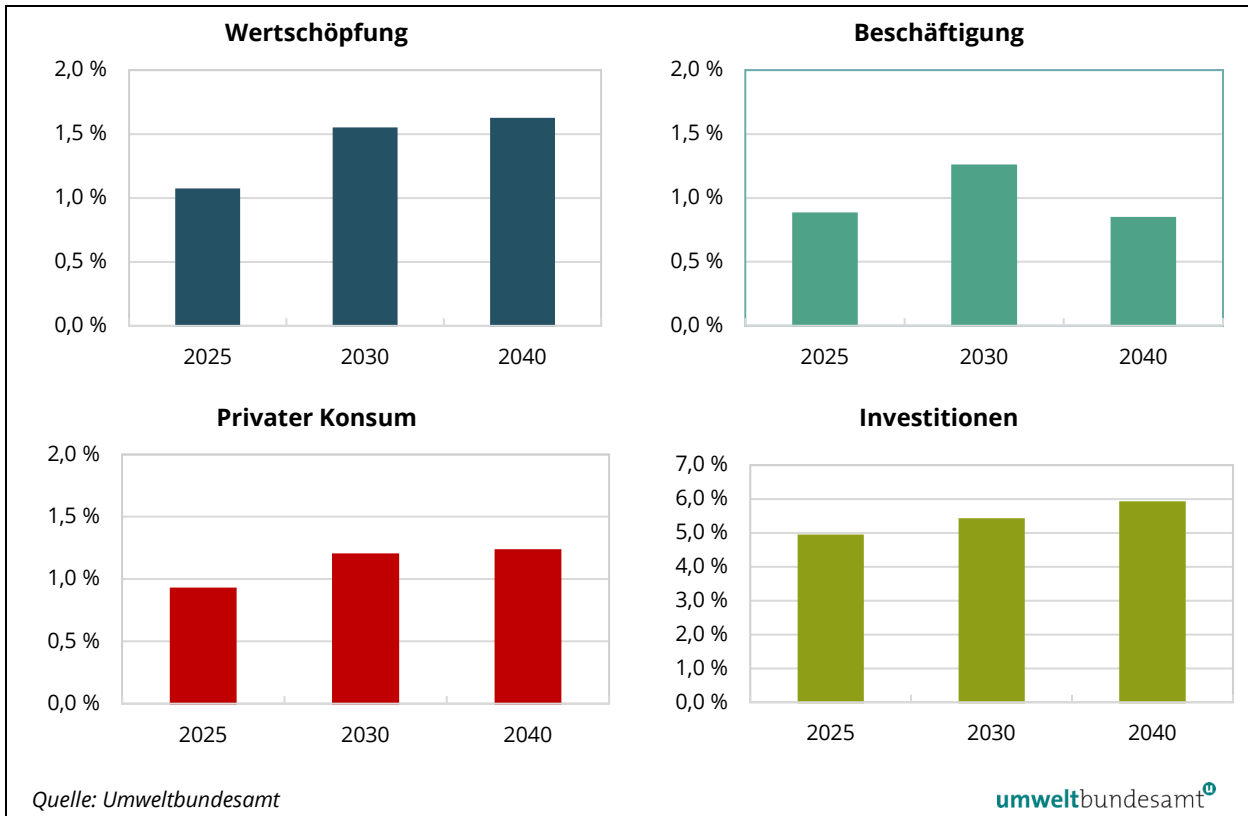
In beiden Szenarien (WEM 2024 und WAM 2024) steigen sowohl die Beschäftigung als auch die Wertschöpfung zwischen 2023 und 2040 an. Allerdings induzieren die Investitionen für die im Szenario WAM 2024 hinterlegten klimarelevanten Maßnahmen ein höheres Wachstum als im Szenario WEM 2024 (Abbildung 18). Im Durchschnitt werden im Szenario WAM 2024 im Zeitraum 2023 bis 2040 gegenüber dem Szenario WEM 2024 pro Jahr zusätzlich ca. 42.000 Beschäftigungsverhältnisse in Vollzeitäquivalenten geschaffen. Die Beschäftigung ist im Durchschnitt der Jahre 2023–2040 in Szenario WAM 2024 um 1 % höher als im Szenario WEM 2024. Die Arbeitslosenrate liegt im Szenario WEM 2024 in dieser Periode bei durchschnittlich 6,5 %, während sie im Szenario WAM 2024 mit 5,7 % etwas darunter liegt. Auch die Wertschöpfung liegt im Betrachtungszeitraum im Szenario WAM 2024 über dem Wert im Szenario WEM 2024, durchschnittlich ist die Wertschöpfung im WAM 2024 um knapp 6 Milliarden Euro pro Jahr höher.

Die ökonomischen Parameter der beiden Szenarien sowie die zugrundeliegenden Investitionen bis 2030 sind im NEKP Kapitel 5.2 dargestellt (BMK, 2024).

Investitionen als Treiber

Treiber von Wertschöpfung und Beschäftigung im Szenario WAM 2024 sind die den sektoralen Maßnahmen hinterlegten Investitionen in den Bereichen Energieversorgung, Verkehr, Gebäude und Industrie. Im Durchschnitt 2023–2040 ist das Investitionsniveau im Szenario WAM 2024 um 5,8 % höher als im Referenzszenario WEM 2024. Infolge der durch die Investitionen angeregten zusätzlichen Produktion und Beschäftigung liegt auch der private Konsum um durchschnittlich 1,1 % pro Jahr über dem Niveau des WEM 2024.

Abbildung 18: Veränderungen makroökonomischer Größen im Szenario WAM gegenüber dem Referenzszenario WEM.



Branchenbetrachtung

Werden die Effekte auf Branchenebene betrachtet, so zeigt sich, dass die zusätzlichen Investitionen im Szenario WAM 2024 positive Wertschöpfungs- und Beschäftigungswirkungen u. a. in der Bauwirtschaft und den der Bauwirtschaft vorgelagerten Wirtschaftsbranchen auslösen. Diese Branchen werden aufgrund des geplanten Ausbaus der Infrastruktur im öffentlichen Verkehr, im Radverkehr, im Gebäudebereich (Sanierung und Heizkesseltausch) sowie in der erneuerbaren Stromerzeugung, der Stromspeicherung und -leitung stimuliert. Die Bauwirtschaft ist überdies eine vergleichsweise beschäftigungsintensive Branche, d. h. pro Produktionseinheit werden im Vergleich zu anderen Branchen mehr Arbeitskräfte benötigt und somit mehr heimische Arbeitsplätze gesichert.

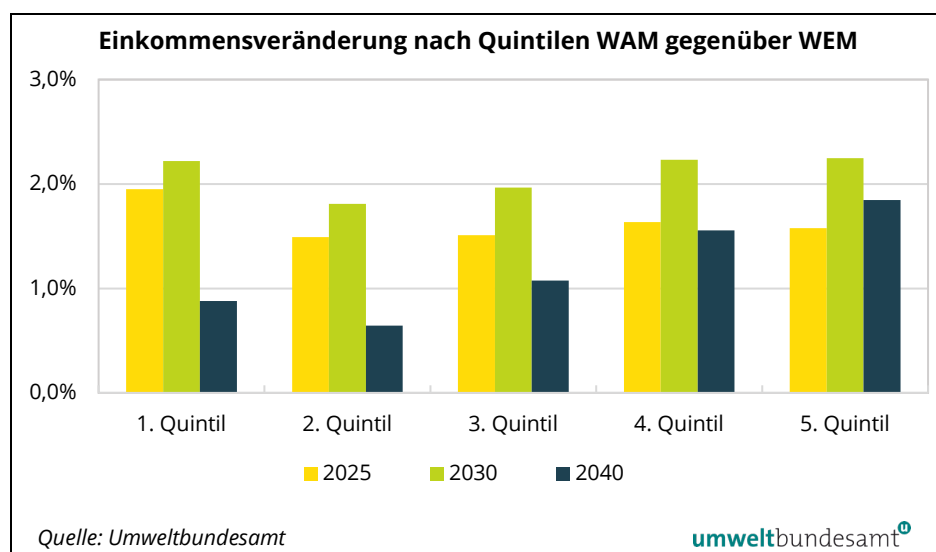
Allerdings findet ein Teil der durch die Maßnahmen ausgelösten Wirtschaftstätigkeiten nicht in Österreich statt.

Verteilungswirkungen

Hinsichtlich der Verteilungswirkungen zeigt die Folgenabschätzung ein positives Bild: Das verfügbare Haushaltseinkommen aller Einkommensgruppen liegt aufgrund der im Szenario WAM 2024 hinterlegten Maßnahmen durchwegs über dem Niveau des Szenario WEM 2024 (siehe Abbildung 19).

Am Beginn der Periode liegt der Einkommenszuwachs des untersten Einkommensquintils im Szenario WAM 2024 etwas über dem Zuwachs der anderen Quintile. Hier macht sich der Beschäftigungszuwachs bemerkbar, von dem untere Einkommen tendenziell stärker profitieren als obere. Zusätzlich wirken Rückvergütungsmaßnahmen, wie der Klimabonus (der die unteren Einkommensgruppen leicht bevorzugt) und einkommensabhängige Förderungen – wie zum Beispiel „Sauber Heizen für Alle“ zur Bekämpfung der Energiearmut.

Abbildung 19: Veränderungen des verfügbaren Einkommens nach Quintilen im Szenario WAM gegenüber dem Szenario WEM.



3 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BEEV	Bruttoendenergieverbrauch
BIV	Bruttoinlandsverbrauch
CO ₂ -äq.....	Kohlendioxidäquivalent
CO ₂ -eq.....	Carbon dioxid equivalent
EAG.....	Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz
EEV.....	Energetischer Endverbrauch
EH	Emissionshandel
ESR.....	Effort Sharing Regulation
ETS.....	Emissions Trading System
FEC.....	Final energy consumption
F-Gase	Fluorierte Treibhausgase
GFEC.....	Gross final energy consumption
GHG.....	Greenhouse Gas
NIR.....	National Inventory Report (engl. OLI)
OLI	Österreichische Luftschadstoff-Inventur
PJ.....	Petajoule
TJ.....	Terajoule
THG	Treibhausgas
TWh	Terawattstunde
WAM.....	with additional measures
WEM	with existing measures

4 ABILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Projektkonsortium.....	23
Abbildung 2: Entwicklung der THG-Emissionen im Szenario WEM nach Sektoren 1990 bis 2050.....	35
Abbildung 3: Entwicklung der THG-Emissionen im Szenario WAM nach Sektoren 1990 bis 2050 ohne nicht modellierte Maßnahmen. .	36
Abbildung 4: Entwicklung der THG-Emissionen im Effort-Sharing-Bereich 2005 bis 2022, danach Szenarien WEM und WAM bis 2050. Darstellung ohne nicht modellierte Maßnahmen.	36
Abbildung 5: Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energieträgerkategorien für ausgewählte Jahre.....	39
Abbildung 6: Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energieträgerkategorien 2020–2050. Von 2020 bis 2022 werden Daten der Energiebilanzen dargestellt	40
Abbildung 7: Energetischer Endverbrauch der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.	41
Abbildung 8: Energetischer Endverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Sektoren für ausgewählte Jahre.....	42
Abbildung 9: Anteil erneuerbarer Energieträger am BEEV der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.	44
Abbildung 10: Energetischer Endverbrauch des Sektors Gebäude der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.	45
Abbildung 11: Energetischer Endverbrauch des Sektors Gebäude nach Energieträgern der Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre.	46
Abbildung 12: Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.	47
Abbildung 13: Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr nach Energieträgern der Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre.	48
Abbildung 14: Energetischer Endverbrauch des Sektors Industrie (ohne offroad) der Szenarien WEM und WAM 2022–2050.	50
Abbildung 15: Energetischer Endverbrauch des Sektors Industrie nach Energieträgern der Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre.	50
Abbildung 16: Anstieg der Stromerzeugung aus Wind und PV 2010 bis 2050 in den Szenarien.....	53

Abbildung 17: Stromerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien für ausgewählte Jahre.	53
Abbildung 18: Veränderungen makroökonomischer Größen im Szenario WAM gegenüber dem Referenzszenario WEM.	60
Abbildung 19: Veränderungen des verfügbaren Einkommens nach Quintilen im Szenario WAM gegenüber dem Szenario WEM.	61

5 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Grundlegende Parameter für die Modellierung der Szenarien WEM 2024 und WAM 2024 (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	24
Tabelle 2:	Maßnahmen der Szenarien WEM 2024 und WAM 2024.....	26
Tabelle 3:	Treibhausgasemissionen nach Sektoreinteilung des Klimaschutzgesetzes für Szenario WEM und Szenario WAM für ausgewählte Jahre (Quelle: Umweltbundesamt).	37
Tabelle 4:	Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energieträgern für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	38
Tabelle 5:	Bruttoinlandsverbrauch der Szenarien WEM und WAM nach Energiebilanzaggregaten für ausgewählte Jahre (Quelle: Statistik Austria, Umweltbundesamt).	39
Tabelle 6:	Energetischer Endverbrauch nach Sektoren und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	42
Tabelle 7:	Relative Änderung des Endverbrauchs nach Sektoren und Szenarien bezogen auf das Jahr 2022 (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	42
Tabelle 8:	Energetischer Endverbrauch nach Energieträger und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	43
Tabelle 9:	Anteil erneuerbarer Energieträger laut Energiebilanz 2022 sowie für die Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre (Quellen: Umweltbundesamt).....	44
Tabelle 10:	Energetischer Endverbrauch des Sektors Gebäude (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).	46
Tabelle 11:	Energetischer Endverbrauch des Sektors Verkehr (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien	48
Tabelle 12:	Energetischer Endverbrauch des Sektors Landwirtschaft (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).	49
Tabelle 13:	Energetischer Endverbrauch des Sektors Industrie (ohne offroad) nach Energieträgern und Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).	51
Tabelle 14:	Strombedarf der Sektoren, Verbrauch des Sektors Energie und Transportverluste in den Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	52

Tabelle 15:	Stromerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	54
Tabelle 16:	Stromerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien in TWh (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	54
Tabelle 17:	Verbrauch erneuerbarer Gase in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	55
Tabelle 18:	Fernwärmenachfrage nach Sektoren in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: e-Think 2023, Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	56
Tabelle 19:	Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	57
Tabelle 20:	Energiebedarf der Eisen- und Stahlindustrie in den Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: Statistik Austria, Umweltbundesamt).....	58
Tabelle 21:	Modellierte öffentliche und private Gesamtinvestitionen in den Szenarien.	59

6 LITERATUR

251/ME. Ministerialentwurf betreffend Bundesgesetz über die Einführung einer Versorgerverpflichtung für Gas aus erneuerbaren Quellen. Erneuerbares-Gas-Gesetz - EGG [online]. Verfügbar unter: <https://www.parlament.gv.at/gegenstand/XXVII/ME/251>

AEA, 2021. Erneuerbares Gas in Österreich 2040. Quantitative Abschätzung von Nachfrage und Angebot. Österreichische Energieagentur (AEA). Wien.

BGBL. I NR. 10/2022. Bundesgesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Treibhausgasemissionen. Nationales Emissionszertifikatehandelsgesetz - NEHG [online] [Zugriff am: 5. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011818>

BGBL. I Nr. 150/2021. Bundesgesetz über den Ausbau von Energie aus erneuerbaren Quellen. Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz – EAG [online] [Zugriff am: 29. November 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011619>

BGBL. I Nr. 59/2023. Bundesgesetz, mit dem das Bundes-Energieeffizienzgesetz geändert wird [online]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/I/2023/59>

BGBL. I Nr. 6/2020. Bundesgesetz über die Unzulässigkeit der Aufstellung und des Einbaus von Heizkesseln von Zentralheizungsanlagen für flüssige fossile oder für feste fossile Brennstoffe in Neubauten. Ölkesselbauverbotsgesetz - ÖKEVG 2019 [online]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/I/2020/6>

BGBL. I Nr. 72/2014. Bundesgesetz über die Verbesserung der Energieeffizienz bei Haushalten, Unternehmen und dem Bund sowie Energieverbrauchserfassung und Monitoring. Bundes-Energieeffizienzgesetz - EEEffG [online]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20008914>

BGbl. I Nr. 8/2024. Bundesgesetz über die erneuerbare Wärmebereitstellung in neuen Baulichkeiten. Erneuerbare-Wärme-Gesetz [online]. 2024 [Zugriff am: 6. Dezember 2024]. Verfügbar unter: <https://ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20012541&FassungVom=2024-09-19&Artikel=&Paragraf=0&Anlage=&Uebergangsrecht=>

BGBL. II Nr. 19/2006. Vereinbarung gem. Art. 15a B-VG über gemeinsame Qualitätsstandards für die Förderung der Errichtung und Sanierung von Wohngebäuden zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen [online]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2006/19>

BGBL. II Nr. 213/2017. Vereinbarung gemäß Artikel 15a B-VG zwischen dem Bund und den Ländern, mit der die Vereinbarung über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes an Treibhausgasen geändert

wird (Änderungsvereinbarung betreffend Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudesektor) [online]. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2017/213>

BGBl. II Nr. 395/2022. Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie über Maßnahmen im Bereich der Luftreinhaltung zur Erreichung der nationalen Emissionsreduktionsverpflichtungen für Ammoniak (Ammoniakreduktionsverordnung).

Ammoniakreduktionsverordnung [online]. Verfügbar unter:

<https://ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2022/395>

BGBl. II Nr. 452/2022. Verordnung der Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, mit der die Kraftstoffverordnung 2012 geändert wird [online]. Verfügbar unter:

<https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2022/452/20221213>

BGBl. II Nr. 495/2022. Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung. NAPV [online].

Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2022/495/20221227>

BloombergNEF und Transport & Environment, 2021. Hitting the EV Inflection Point - Electric vehicle price parity and phasing out combustion vehicle sales in Europe [online] [Zugriff am: 29. Februar 2024]. Verfügbar unter:

<https://www.transportenvironment.org/discover/hitting-the-ev-inflection-point/>

BMF, 2021. Österreichischer Aufbau- und Resilienzplan 2020-2026 [online].

Bundesministerium für Finanzen (BMF). Wien [Zugriff am: 21. August 2024].

Verfügbar unter: <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/dam/jcr:daa6ed52-1070-41d5-acf6-5f980dc6e0dd/Oesterreichischer-Aufbau-und-Resilienzplan-2020-2026.pdf>

BMK, 2022a. F&E Roadmap Geothermie – 2022 [online] [Zugriff am: 2. Januar

2023]. Verfügbar unter: https://nachhaltigwirtschaften.at/re-sources/nw_pdf/BMK_Geothermie_Roadmap.pdf

BMK, 2022b. Wasserstoffstrategie für Österreich [online]. 15. Dezember 2022

[Zugriff am: 15. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/wasserstoff/strategie.html>

BMK, 2023a. Integrierter österreichischer Netzinfrastukturplan (NIP) [online].

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Verfügbar unter: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/netzinfrastukturplan.html>

BMK, 2023b. ÖBB Rahmenplan 2024-2029. Investitionen und Instandhaltung

[online]. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Wien. Verfügbar unter: <https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/rahmenplan>

BMK, 2023c. ÖNIP. Integrierter österreichischer Netzinfrastukturplan [online].

Entwurf zur Stellungnahme. Verfügbar unter: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/netzinfrastukturplan.html>

BMK, 2024. Nationaler Energie- und Klimaplan [online]. BMK, Abteilung VI/1. Wien. Verfügbar unter: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html

Bonaccorso, M., 2021. Denmark Invests 11 Billion Euros in the World's First Green Ammonia Plant. Verfügbar unter: <https://www.renewablematter.eu/articles/article/denmark-invests-11-billion-euros-in-the-worlds-first-green-ammonia-plant>

Cavaliere, P., 2022. Hydrogen Assisted Direct Reduction of Iron Oxides [online] [Zugriff am: 27. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-98056-6>

CESAR, 2020. MIO-ES: A Macroeconomic Input-Output Model with Integrated Energy System [online]. Centre of Economic Scenario Analysis and Research (CESAR). Wien [Zugriff am: 20. Dezember 2022]. Verfügbar unter: https://www.cesarecon.at/wp-content/uploads/2020/10/MIOES_Manual_Public_FINAL.pdf

EHB, 2022. The European Hydrogen Backbone (EHB) initiative | EHB European Hydrogen Backbone [online]. 15. Dezember 2022 [Zugriff am: 15. Dezember 2022]. Verfügbar unter: <https://www.ehb.eu/>

e-think, 2023. Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Endbericht. Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think). Wien.

EU/2010/31. Energy Performance of Buildings Directive. EPBD [online]. 2010. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0031&qid=1733494405737>

EU/2024/1275. Energy Performance of Buildings Directive. EPBD [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj>

EUROSTAT, 2023a. Glossary: Final energy consumption/de [online]. 22. September 2022 [Zugriff am: 5. Januar 2023]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Final_energy_consumption/de

EUROSTAT, 2023b. Glossary: Gross inland energy consumption/de [online]. 22. September 2022 [Zugriff am: 5. Januar 2023]. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Gross_inland_energy_consumption/de

Geosphere Austria und Statistik Austria, 2024. Auswertung der Heizgradtagsummen. Wien.

IFEU, 2022. Vergleichende Analyse der Potenziale von Antriebstechnologien für LKW im Zeithorizont 2030 [online]. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg [Zugriff am: 29. Februar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/publikation/vergleichende-analyse-der-potentiale-von-antriebstechnologien-fuer-lkw-im-zeithorizont-2030/>

IHS, 2022. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung zur Ökostrommilliarde [online]. Institut für Höhere Studien. Wien [Zugriff am: 21. August 2024].

Verfügbar unter: <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/6182/7/ihs-report-2022-lappo-ehn-et-al-volkswirtschaftliche-gesamtrechnung-oekostrommilliarde.pdf>

ITnA, 2023. Monitoring Mechanism 2022 und Szenario Transition - Verkehr. (nicht veröffentlicht). Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme (ITnA). Graz.

ITnA, 2024. Ergebnisbericht Szenario WAM-NEKP - Verkehr. Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme. Graz.

IVV, 2017. Modellierung von Personenverkehrsmaßnahmen im Rahmen der Energiewirtschaftlichen Szenarien im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050 (ENSZEN17). Institut für Verkehrswissenschaften (IVV). TU Wien. Wien.

Logar, V. und I. Skrjanc, 2021. The Influence of Electric-Arc-Furnace Input Feeds on its Electrical Energy Consumption [online]. Journal of Sustainable Metallurgy (2021) 7:1013–1026. Journal of Sustainable Metallurgy (2021) 7:1013–1026. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40831-021-00390-y.pdf?pdf=button>

Oesterreichs Energie, 2022. Stromstrategie 2040: Österreichs Weg in eine klimaneutrale Energiezukunft [online]. Verfügbar unter: <https://oesterreichsenergie.at/publikationen/ueberblick/detailseite/stromstrategie-2040-oesterreichs-weg-in-eine-klimaneutrale-energiezukunft>

Oesterreichs Energie, 2024. Aktualisierung der Netzberechnungen der Studie „Volkswirtschaftlicher Wert der Stromverteilernetze auf dem Weg zur Klimaneutralität in Österreich“. Austrian Institute of Technology.

OiB, 2019. OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz [online]. OIB-330.6-026/19. Verfügbar unter: https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Landesnormen/LST40026378/8200.03-10_An16.pdf

OiB, 2023. OIB-Richtlinie 6. Energieeinsparung und Wärmeschutz [online]. Österreichisches Institut für Bautechnik. OIB-330.6-026/19. Verfügbar unter: https://www.oib.or.at/sites/default/files/oib-rl_6_ausgabe_mai_2023.pdf

Pfaffenbichler, P., 2003. The strategic, dynamic and integrated urban land use and transport model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator) - Development, testing and application, Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrsplanung Nr. 1/2003. Vienna University of Technology, Institute for Transport Planning and Traffic Engineering. Vienna.

Pfaffenbichler, P., 2008. MARS - Metropolitan Activity Relocation Simulator - A Systems Dynamics based Land Use and Transport Interaction Model. Saarbruecken.

Richtlinie (EU) 2023/1791. Richtlinie (EU) 2023/1791 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955 (Neufassung) [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023L1791>

Richtlinie 2003/87/EG. Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates (Text von Bedeutung für den EWR) [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32003L0087>

Richtlinie 2012/27/EU. Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG Text von Bedeutung für den EWR [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/se-arch.html?lang=en&text=2012%2F27&qid=1728032585186&type=quick&scope=EURLEX&locale=de>

Spörk, P.M., 2020. Entwicklung der spezifischen Investitionskosten von Kraftwerken auf Basis erneuerbarer und konventioneller Energieträger [online]. Masterarbeit. Graz. Verfügbar unter: <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=6093e88b63f93&location=browse>

Statistik Austria, 2021. Bevölkerungsprognosen für Österreich und die Bundesländer [online] [Zugriff am: 30. November 2022]. Verfügbar unter: <https://statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/demographische-prognosen/bevoelkerungsprognosen-fuer-oesterreich-und-die-bundeslaender>

Statistik Austria, 2023. Energiebilanzen [online]. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>

Statistik Austria, 2024. Energiebilanzen [online]. Statistik Austria. Verfügbar unter: <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>

Umweltbundesamt, 2022. Investitionspotenzial der Klimatransformation. Analyse des Umweltbundesamts im Auftrag der WKÖ-Bundessparte Bank und Versicherung [online]. Wien [Zugriff am: 21. August 2024]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/news220517#: :text=Analyse%20des%20Umweltbundesamts%20im%20Auftrag,Mrd%20Euro%20zus%C3%A4tzliche%20Investitionen%20notwendig.>

Umweltbundesamt, 2023a. Energie- und Treibhausgas-Szenarien 2023. WEM, WAM und Transition mit Zeitreihen von 2020 bis 2050 [online]. Wien. REP-0882. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0882.pdf>

Umweltbundesamt, 2023b. Klimaschutzbericht 2023 [online]. REP-0871. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0871.pdf>

Umweltbundesamt, 2023c. Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion in der Landwirtschaft zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzgesetzes. Emissionsszenarien [online]. Wien. REP-0856. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0856.pdf>

Umweltbundesamt, 2023d. Umweltökonomische Analysen mit dem MIO-ES-Modell. Dokumentation der Modellstruktur und Datenbasis [online]. REP-0861. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0861.pdf>

Umweltbundesamt, 2024. Austria's National Inventory Report 2024 [online]. Wien. REP-0909. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0909.pdf>

VO (EU) 2018/1999. Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz. [online] [Zugriff am: 11. Januar 2023]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32018R1999>

VO (EU) 2023/2413. Richtlinie (EU) 2023/2413 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Oktober 2023 zur Änderung der Richtlinie (EU) 2018/2001, der Verordnung (EU) 2018/1999 und der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Aufhebung der Richtlinie (EU) 2015/652 des Rates. RED III [online]. Verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202302413

VO (EU) 2023/857. Verordnung (EU) 2023/857 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. April 2023 zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/842 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) 2018/1999 [online]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0857>

voestalpine, 2021. Umwelterklärung [online]. Verfügbar unter: <https://www.voestalpine.com/stahl/Die-Steel-Division/Umwelt>

voestalpine, 2024. geentec steel [Zugriff am: 15. Januar 2024]. Verfügbar unter: <https://www.voestalpine.com/greentecsteel/de/>

Wienerberger, 2023. Nachhaltiger Meilenstein: In Uttendorf entsteht Europas grünste Ziegelproduktion. Verfügbar unter: <https://www.wienerberger.at/unternehmen/presse/green-bricks-in-uttendorf.html>

ANHANG 1 – KOPPLUNG DER MODELLE UND KURZBESCHREIBUNGEN DER MODELLE

Modell MIO-ES – CESAR/Umweltbundesamt

Die Szenarien wurden mit einem sogenannten „hybriden“ makroökonomischen Input-Output-Modell der österreichischen Volkswirtschaft berechnet, das das österreichische Energiesystem voll integriert (MIO-ES) und folgende Charakteristika aufweist:

Charakterisierung und Systemgrenzen

- Der Input-Output-Kern des Modells gliedert die wirtschaftlichen Aktivitäten der österreichischen Unternehmen und Haushalte nach 79 Wirtschaftsbranchen und 14 Kategorien des Privatkonsums. An Ergebnissen kann das Modell daher – neben den auf nationaler Ebene vorliegenden Hauptaggregaten der österreichischen Volkswirtschaft (Investitionen, privater und öffentlicher Konsum sowie Netto-Exporte) – die Effekte des Szenarios auf Wertschöpfung und Beschäftigung auf Branchenebene ausweisen.
- Datenbasis Statistik Austria: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen (VGR), Input-Output-Tabelle 2014, Konsum- und Arbeitskräfteerhebung 2014–15; EU SILC (European Union Statistics on Income and Living Conditions); aktuellste Energiebilanz (2020/21).
- Die Modellergebnisse umfassen außerdem die Verteilungswirkungen des Szenarios, da die Haushalte – sowohl verfügbares Einkommen als auch Konsumausgaben betreffend – auf der Ebene von zehn Haushaltseinkommensgruppen (Dezile) modelliert sind.
- Die Einnahmen und Ausgaben des Staates sind konsistent mit den Kategorien der Europäischen Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen ESVG modelliert, sodass auch die Auswirkungen des Szenarios auf das öffentliche Defizit und den Schuldenstand des Staates vorliegen.

Energiesystem

- Die österreichische Energiebilanz ist in physischen Einheiten für 26 Energieträger voll in das ökonomische Modell in monetären Einheiten integriert und stellt alle Transformationsvorgänge von der Primärenergie bis hin zum energetischen Endverbrauch dar.
- Die Energievariablen sind über Preise und Konvertierungsfaktoren mit den monetären Größen des Modells verbunden, sodass jede Veränderung im Energiesystem eine Entsprechung in ökonomischen Variablen hat und umgekehrt. Somit kann das Modell nicht nur ökonomische Feedback-Wirkungen, sondern auch Wechselwirkungen zwischen dem ökonomischen System und dem Energiesystem abbilden.

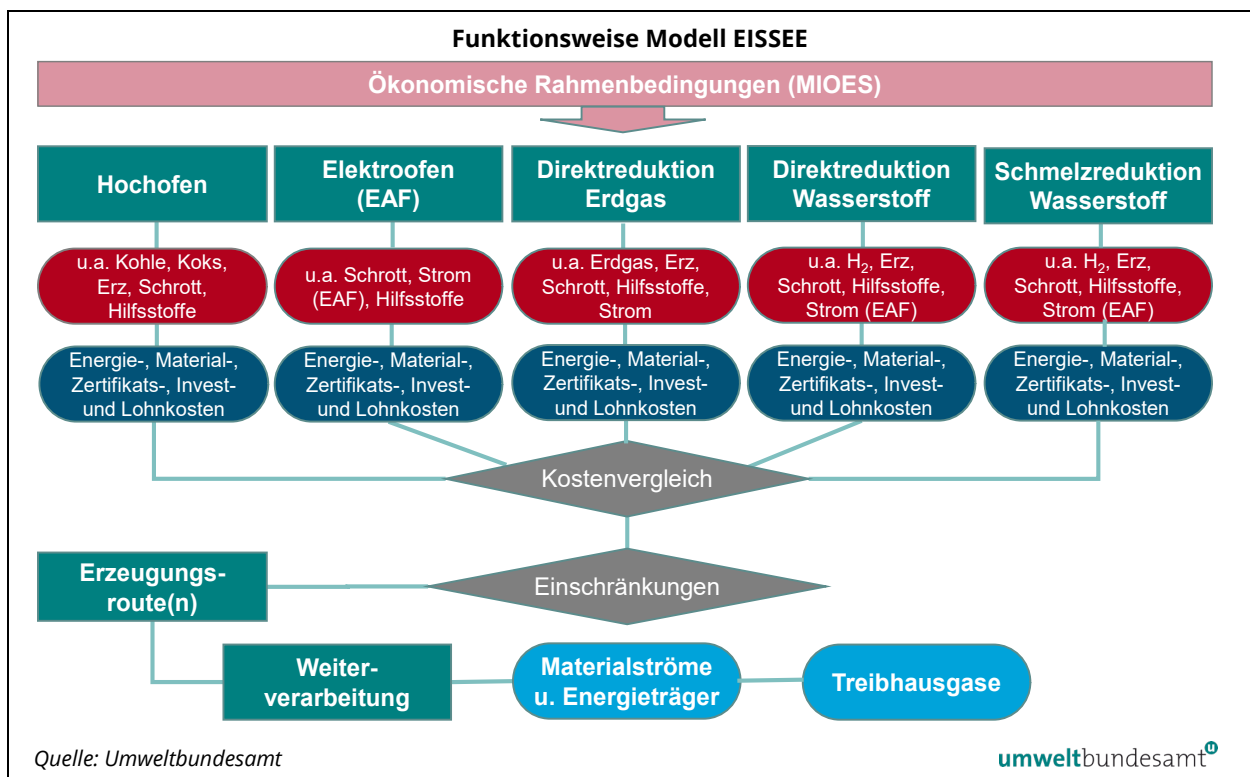
- Die Integration des Energiesystems ermöglicht außerdem eine Anknüpfung von Teilmodellen für die Sektoren Verkehr, Stromerzeugung, Raumwärme und Industrie anhand definierter Schnittstellen. Auf diese Weise werden derzeit Ergebnisse aus den in weiterer Folge beschriebenen Modellen (EISSEE, INVERT/EE-Lab, NEMO) in das MIO-ES-Modell integriert.

Modell EISSEE – Umweltbundesamt

Eisen- und Stahlherstellung

Der Umwandlungseinsatz in der Eisen- und Stahlherstellung sowie der Verbrauch des Sektors Energie und der energetische Endverbrauch wurden mit einem technologie- und kostenbasierten Modell des Umweltbundesamtes (EISSEE¹⁴) auf Basis der Wirtschaftsentwicklung ermittelt. Die Bilanzaggregate wurden mit dem volkswirtschaftlichen Modell MIO-ES (CESAR, 2020) abgestimmt. Abbildung A1 veranschaulicht die Funktionsweise des Modells.

Abbildung A1: Funktionsweise Modell EISSEE (Subsektor Eisen- und Stahlherstellung).



Annahmen Eisen- und Stahlproduktion

fünf Erzeugungsrouten im Modell

Für die Herstellung von Rohstahl (ohne Weiterverarbeitung) wurden fünf Erzeugungsrouten betrachtet, wobei mittels Kostenmodells entschieden wurde, welche Technologie zum Einsatz kommt. Die Energie- und Materialströme wurden anhand von Input-Output-Bilanzen ermittelt, wobei nach Datenverfügbarkeit

¹⁴ EISSEE: Eisen- und Stahl-Szenarien für Energie und Emissionen.

die zeitliche Entwicklung berücksichtigt wurde. Inputdaten sind Energie- und Materialströme und Kostendaten zu Energie und Material, Investitionen und Löhnen sowie ETS-Zertifikaten. Wesentliche Datengrundlage sind Statistik Austria, Worldsteel, BAT-Referenzdokumente und Fachliteratur (Cavaliere, 2022). Die Weiterverarbeitung von Rohstahl zu Produkten wird getrennt modelliert. Einschränkungen, wie Verfügbarkeit von Strom aus Erneuerbaren oder Verfügbarkeit und Verarbeitungskapazität von Schrott, wurden berücksichtigt.

Modell INVERT/EE-Lab – e-think

Die Modellierung des Energiebedarfs von Raumwärme und Warmwasserbereitung sowie Kühlung in Gebäuden der Privathaushalte und Dienstleistungen wurde von e-think durchgeführt (e-think, 2023).

Charakterisierung und Systemgrenzen

- Weiterentwicklung für Österreich aus dem Modell INVERT (Einsatz von Fördermitteln im Vergleich zu einem Referenzszenario, siehe www.invert.at).
- Simulationsmodell – Bottom-up-Modellierung.
- Modellierungsumfang bzw. Systemgrenzen: Gebäudebestand Österreichs (Heizung, Warmwasser), wobei die Sektoren Haushalte und Dienstleistungen (Wohngebäude und Nichtwohngebäude) abgebildet werden.
- Das Modell besteht im Wesentlichen aus einer disaggregierten Abbildung des Bestandes an Gebäuden in Österreich. Dieser Gebäudebestand wird zunächst in Gebäudeklassen (Alter, Größe, Renovierungsstand) abgebildet, die wiederum in mehrere Gebäudesegmente (Kombination mit Heiz- und Warmwassersystemen und Modellregionen: Stadt bzw. Land) unterteilt werden. Die Gebäudesegmente werden im Modellalgorithmus einem jährlichen Entscheidungsverfahren unterzogen, um Technologien bzw. Maßnahmen (neue Heiz- und Warmwassersysteme, Dämmung Bauteile, Fenstertausch) einzusetzen. Ausgewählt wird die Maßnahme, die unter Berücksichtigung ökonomischer Aspekte am attraktivsten erscheint, wobei nichtökonomische Entscheidungsparameter über einen stochastischen Verteilungsansatz berücksichtigt werden.
- Datenstand für Österreich: 2012.

Inputdaten

- Preisszenarien für Energieträger.
- Fördersysteme bzw. -höhen.
- Gebäudebestand (Teil des Modells).
- Investitions- und Betriebskosten von Heizsystemen und Sanierungsmaßnahmen (Teil des Modells).
- Neubauraten.

Outputdaten

- Endenergiebedarf nach Energieträgern.
- Sanierungsraten ergeben sich endogen bis zu allfällig definierten Höchstgrenzen für verschiedene Maßnahmen und Gebäudetypen.
- Investitionssummen für Heizsystemwechsel bzw. energetische Sanierungsmaßnahmen.
- Ausgaben für Energieträger.
- Förderkosten.

Anwendung und Referenzen

Umfassendere Analysen zu alternativen energiepolitischen Instrumenten bzw. deren Ausgestaltungen wurden von den Autor:innen im Projekt ENTRANZE durchgeführt (e-think, 2023).

Modell MARS – TU Wien/IVV

Im Rahmen verschiedener Projekte wurde im Forschungsbereich für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik des Instituts für Verkehrswissenschaften (IVV) der Technischen Universität Wien das dynamische, integrierte Flächennutzungs- und Verkehrsmodell MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator) entwickelt (Pfaffenbichler, 2003, Pfaffenbichler, 2008).

MARS ist ein dynamisches, integriertes Flächennutzungs- und Verkehrsmodell. Das heißt MARS modelliert nicht den Gleichgewichtszustand eines Zieljahres, sondern vielmehr den Pfad dorthin iterativ in diskreten Zeitschritten. Die technischen Grundlagen von MARS liegen in der Disziplin „System Dynamics“, welche in den 1950er Jahren von John Forrester und Kolleg:innen am MIT begründet wurde. MARS

- ist sowohl ein qualitatives als auch ein quantitatives Modell,
- ist ein strategisches und daher räumlich relativ hoch aggregiertes Modell,
- kann sowohl als urbanes als auch als regionales oder nationales Modell verwendet werden,
- ist ein transparentes Modell („White Box“ im Gegensatz zu „Black Box“),
- berücksichtigt neben den motorisierten auch die nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmer:innen.

Weiters versucht MARS alle relevanten Rückkopplungen sowohl innerhalb des Verkehrssystems als auch zwischen Verkehr und Raum zu berücksichtigen. Eine detaillierte Beschreibung findet sich im Endbericht des IVV der TU Wien zu den Projektionen (IVV, 2017).

Das Verkehrsmodell deckt entsprechend dem strategischen Charakter nur die ersten drei Stufen eines klassischen vierstufigen Verkehrsmodells ab. Diese sind:

- Verkehrserzeugung,

- Verkehrsverteilung, d. h. Zielwahl, und
- Verkehrsaufteilung, d. h. Verkehrsmittelwahl.

Auf die Stufe der Verkehrsumlegung, d. h. Routenwahl, wurde aufgrund des strategischen Charakters und der Anforderung kurzer Laufzeiten bewusst verzichtet.

Inputdaten

- Skalar­daten des Basisjahres gültig im gesamten Untersuchungsgebiet, wie Arbeitsstunden je Monat (h/m), Geschwindigkeit verschiedener Wegzwecke (km/h), Kosten MIV (motorisierter Individualverkehr) (Euro/km) etc.,
- Vektordaten auf Ebene der Verkehrszelle (Bezirk) wie Fläche (km²), Anzahl der Einwohner:innen, Anzahl der Beschäftigten am Wohnstandort, Personen je Haushalt, Haushaltseinkommen (Euro/Monat) etc.,
- Matrixdaten zwischen den Verkehrszellen (Bezirken), wie durchschnittliche Entfernung zu Fuß, mit dem Fahrrad, dem Bus, der Bahn und dem MIV (km), durchschnittliche Geschwindigkeit Bus, Bahn und MIV zur Spitzenstunde und außerhalb der Spitzenstunde (km/h) etc.,
- Zeitreihe Szenariovariablen Gesamtösterreich, wie Anteil E-Pkw (%), Verbrauch E-Pkw, Strompreis (Euro/kWh), Veränderung des Pkw-Besetzungsgrades (% p. a.),
- Wachstumsraten auf Ebene der Verkehrszelle (Bezirk), wie Veränderung der Zahl der Einwohner:innen (% p. a.), Veränderung der Zahl der Personen je Haushalt (% p. a.), Veränderung des Haushaltseinkommens (% p. a.) etc.,
- Änderungs­raten auf Ebene der Matrix Verkehrszelle – Verkehrszelle wie Entfernung motorisierter Individualverkehr (% p. a.), Geschwindigkeit im öffentlichen Verkehr (% p. a.).

Outputdaten

- Modal Split nach Wegen,
- Personenkilometer nach Verkehrsmittel,
- Pkw-Fahrleistungen nach Straßenkategorie innerorts, über Land oder außerorts und Autobahn.

Interaktion der Modelle

- Die Interaktion der zwei Modelle NEMO und MARS ist für die Abschätzung des energetischen Endverbrauchs des Personenverkehrs von besonderer Bedeutung. Die Maßnahmensimulation im Personenverkehr erfolgte dabei mit dem Modell MARS in enger Abstimmung mit dem Umweltbundesamt. Die resultierenden Pkw-Fahrleistungsdaten wurden vom IVT der TU Graz für die Bedatung des Modells NEMO verwendet.

Modell NEMO – TU Graz/ITnA

Daten

Die Projektionen erfolgten erstmals mit dem Simulationsprogramm NEMO (Network Emission Model). NEMO wurde am Institut für Thermodynamik und nachhaltige Antriebssysteme der TU Graz für die Berechnung von Emissionsausstoß und Energieverbrauch auf Verkehrsnetzen nach dem aktuellsten Stand der wissenschaftlichen Methoden entwickelt. Nachfolgend sind die Methoden und Funktionalitäten kurz dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in den Endberichten des ITnA der TU Graz (ITnA, 2023).

Charakterisierung und Systemgrenzen

Die Bilanzierung erfolgt dynamisch in Jahresschritten über frei wählbare Berechnungszeiträume. NEMO verknüpft eine detaillierte Berechnung der Zusammensetzung der Fahrzeugflotte mit fahrzeugfeiner Verbrauchs- und Emissionsimulation. In einem ersten Schritt berechnet NEMO die Zusammensetzung der inländischen Fahrzeugflotte nach Bestands- und Fahrleistungsanteilen. Die Unterteilung der Fahrzeugflotte in sogenannte Fahrzeugschichten basiert auf Bestandsstatistiken und erfolgt dabei nach emissions- bzw. energieverbrauchsrelevanten Kriterien.

KEX-Modul (Kraftstoff-Export-Tool)

KEX ist ein Tool zur Schätzung der Änderung der Inlandsnachfrage und des Kraftstoffexportes in Kfz. KEX verwendet als unabhängige Variablen BIP, Bevölkerung, Exportquote sowie Benzin- und Dieselpreise im In- und Ausland. Berechnet wird damit die Menge an Verbrauch österreichischen Kraftstoffes im In- und Ausland. KEX wird in den Szenarien verwendet, um die zukünftige Entwicklung der Verkehrsnachfrage im Inland als Funktion von BIP, Bevölkerung und Kraftstoffpreisen abzubilden und um die zukünftigen Mengen an in Kfz exportiertem Kraftstoff zu berechnen. Der Inlandsverbrauch wird mit dem Verkehrsmodell NEMO aus der Verkehrsnachfrage berechnet (KEX umfasst dazu ein sehr vereinfachtes statistisches Tool, während NEMO die vorgegebenen Technologien bei Kfz-Neuzulassungen, deren Flottendurchdringung und die Effekte auf Verbrauch und Emissionen abbildet).

Für die KEX-Prognose wurde in dieser Studie die historische Abweichung von KEX-Modell und tatsächlichem Kraftstoffverkauf berücksichtigt, um damit Sprünge von der aktuellen OLI hin zur Prognose bestmöglich zu vermeiden.

Inputdaten

- Fahrzeugkategorie (z. B. Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Solo-Lkw),
- Antriebsart (z. B. Ottomotoren, Dieselmotoren, elektrische Antriebe),
- Größenklasse (Unterscheidungsmerkmal z. B. Hubraum oder höchstzulässiges Gesamtgewicht),

- Technologieklasse (i. A. Gesetzgebung, nach der das Fahrzeug erstzugelassen wurde, gegebenenfalls in Kombination mit der eingesetzten Technologie, z. B. bei SNF „EURO V mit SCR“),
- zusätzliche (nachgerüstete) Abgasnachbehandlungssysteme (z. B. Partikel-Katalysator),
- verwendeter Kraftstoff,
- spezifischer Energieverbrauch der Kfz (Benzin, Diesel bzw. elektrische Energie je Kfz- bzw. Personen- oder Tonnenkilometer),
- spezifische Emissionsfaktoren,
- spezifische Jahresfahrleistung.

Outputdaten

- Gesamte Jahresfahrleistungen,
- gesamte Verkehrsleistungen (Personen- und Tonnenkilometer),
- gesamter Energieverbrauch des Straßenverkehrs,
- gesamte Emissionen der Kfz-Flotte; berechnet werden die Treibhausgase CO₂, CH₄, N₂O sowie alle gängigen Luftschadstoffe (NO_x, Partikel, SO₂, NMVOC usw.) sowie Verdunstungsemissionen.

Modell GEORG – TU Graz/ITnA

Der Energieeinsatz und die Emissionen mobiler Maschinen und Geräte der Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Industrie, Haushalte und im Gartenbereich werden für das Bundesgebiet Österreich mit dem Modell GEORG (Grazer Emissionsmodell für Offroad-Geräte) berechnet.

Charakterisierung und Systemgrenzen

- Die Bestandsmodellierung erfolgt automatisch in Jahresschritten.
- Die Emissionsfaktoren werden nach Jahrgängen der Erstzulassung vorgegeben („Abgasklassen“).
- Die Abhängigkeit des Emissionsniveaus von der Motorenart, der tatsächlich benötigten Motorleistung, dem Baujahr des Motors, der jährlichen Einsatzzeit und vom Alter des Gerätes wird berücksichtigt.

Inputdaten

- Gesamtbestand,
- Ausfallwahrscheinlichkeiten,
- Neuzulassungsanteile nach Motorenart.

Outputdaten

- Das Programm GEORG ermittelt die Altersstruktur des Bestandes über Ausfallwahrscheinlichkeiten. Es wird dabei der Bestand für jede Kategorie nach Jahr der Erstzulassung und Antriebsart (Diesel >80 kW, Diesel <80 kW, Otto-Viertakt, Otto-Zweitakt) berechnet.
- Die gesamten Emissionen und der Kraftstoffverbrauch werden aus Emissionsfaktoren [g/kWh Motorleistung] berechnet. Die durchschnittliche Motorleistung wird dabei für jede Fahrzeugkategorie vorgegeben.

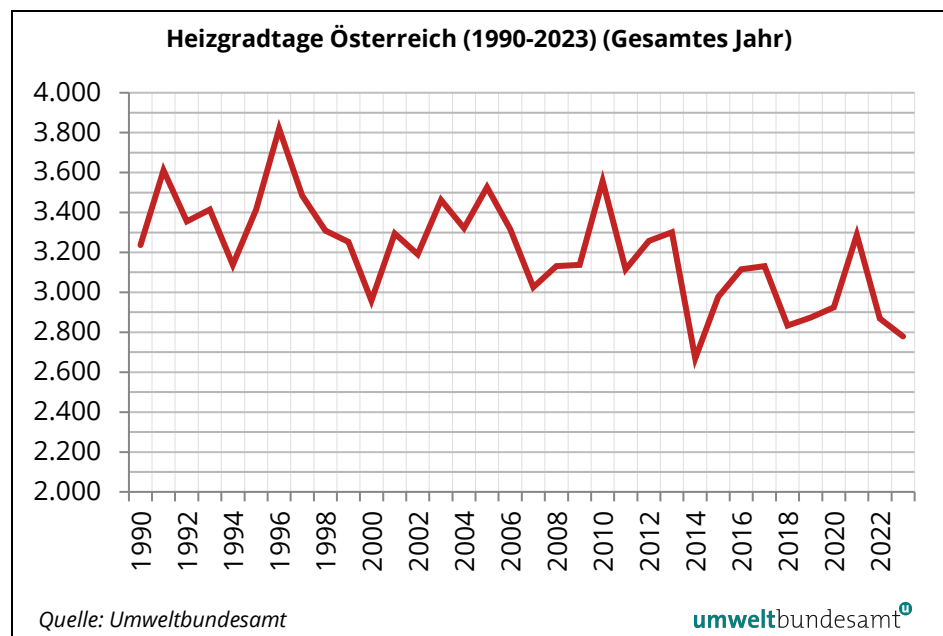
ANHANG 2 – VERGLEICH WEM 2024 UND WEM 2023

Motivation Nach der Fertigstellung der Szenarien WEM und WAM 2023 auf Basis der Energiebilanz 1970–2021 hat die neue Energiebilanz 1970–2022 gezeigt, dass aufgrund des verringerten Kraftstoffexports im Tank und eines geringeren Transportvolumens der Verdichterstationen der Endenergieverbrauch abgesunken ist und auch in den kommenden Jahren weiter sinken wird.

neue historische Daten Das Szenario WEM 2024 stellt eine Überrechnung des WEM 2023 (Umweltbundesamt, 2023b) unter Verwendung neuer verfügbarer historischer Daten, aber ohne weitere Modellierungsschritte dar. Es wurden die neuen verfügbaren Daten der Österreichischen Luftschadstoffinventur (Umweltbundesamt, 2024), der Energiebilanzen 1970–2022 (Statistik Austria, 2023) und der neuen Heizgradtage (Geosphere Austria und Statistik Austria, 2024) verwendet. Die Überrechnung bewirkt vor allem in den Sektoren Verkehr und Gebäude Änderungen, andere Kategorien sind nur marginal betroffen.

Heizgradtage Zur Berücksichtigung von Heizgradtagen (HGT) in Gebäuden bzw. zum Ausschluss meteorologischer Faktoren wurde die Energiebilanz an den durchschnittlichen Trend der Jahre 1990–2023 angepasst.

Abbildung A2: Entwicklung der Heizgradtage in Österreich 1990–2023



*Tabelle A2:
Vergleich WEM 2023 und
Adaptierung der Energie-
bilanzen (Quellen: Statis-
tik Austria, Umweltbun-
desamt).*

	WEM 2023	E-Bilanz 1970–2022*	Adaptierte E-Bilanz*	Adaptierte E-Bilanz* - WEM 2023
in PJ	Jahr 2022	Jahr 2022	Jahr 2022	Jahr 2022
Verkehr	390	362	362	-28
Industrie	304	308	310	6
Gebäude	394	382	391	-3
Landwirtschaft	9	12	13	4
EEV gesamt	1.098	1.066	1.076	-22

Durch die Darstellung ohne Kommastelle können Rundungsdifferenzen entstehen.

** Energiebilanz mit Offroad-Verschiebung in den Verkehrssektor.*

**Kraftstoffexport im
Tank**

Im Sektor Verkehr wurde das Szenario an den Rückgang des Kraftstoffexports im Tank im Jahr 2022 angepasst. Dies führte zu einem Rückgang von ca. 20 % des Kraftstoffexports aufgrund höherer Dieselpreise (der höchste Rückgang ist mit 34 % bei schweren Nutzfahrzeugen). Insgesamt entspricht der Rückgang 5,6 % des österr. Dieselverbrauchs im Jahr 2022.

Verdichterstationen

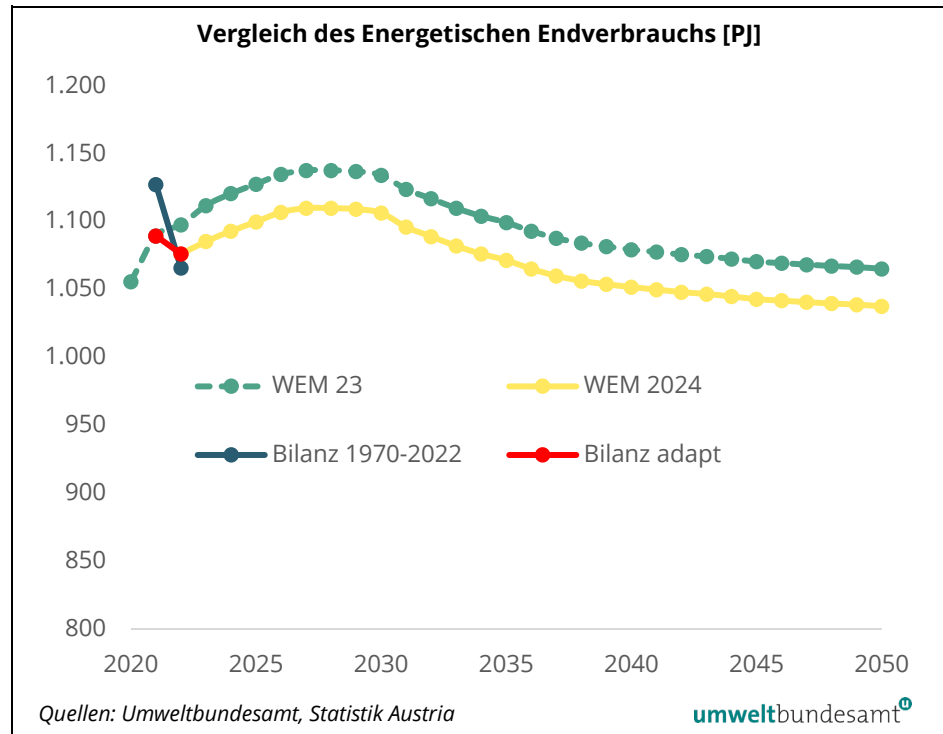
Bei den Verdichterstationen kam es zu einem Rückgang des Erdgasverbrauchs zum einen durch Elektrifizierung, zum anderen aufgrund geringerer Exporte nach Italien. Diese Änderungen wurden auf das Szenario WEM übertragen.

**In WEM und WAM 2024
verwendet**

Die starke Veränderung des Energieverbrauchs zwischen 2021 (strenger Winter) und 2022 (milder Winter) in der Energiebilanz 2022 von 62 PJ wurde durch Anpassung der Heizgradtage auf den Trend 1990–2023 auf 13 PJ reduziert (vgl. Abbildung A2). Die adaptierte Bilanz wurde für die neuen Szenarien WEM und WAM 2024 und den NEKP als Ausgangswert verwendet.

Die folgende Abbildung zeigt die Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den Szenarien WEM 2023 und WEM 2024.

Abbildung A3: Vergleich des Energetischen Endverbrauchs der Energiebilanzen 1970–2022, der adaptierten Energiebilanzen und der Szenarien WEM 2023 und WEM 2024



ANHANG 3 – TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER SZENARIEN VON 1990 BIS 2050

Tabelle A3: Treibhausgasemissionen des Szenario WEM von 1990 bis 2050 mit relativen Jahresvergleichen.

Mio. t CO ₂ -äq	1990	2005	2020	2022	2030	2040	2050	1990– 2020	1990– 2030	1990– 2040	1990– 2050	2005– 2020	2005– 2030	2005– 2040	2005– 2050
Energie und Industrie mit Emissionshandel	36,4	41,6	32,5	32,6	31,8	31,3	30,9	-11 %	-13 %	-14 %	-15 %	-22%	-24 %	-25 %	-26 %
Energie und Industrie ohne Emissionshandel		5,9	5,5	6,0	6,0	6,1	6,1					-7 %	3 %	5 %	5 %
Energie und Industrie Emissionshandel*		35,7	27,0	26,6	25,8	25,2	24,8					-24 %	-28 %	-29 %	-31 %
Verkehr**	13,8	24,6	20,7	20,6	17,4	10,3	7,6	50 %	26 %	-25 %	-45 %	-16 %	-29 %	-58 %	-69 %
Gebäude	12,9	12,7	8,1	7,4	6,2	5,1	4,8	-37 %	-52 %	-60 %	-63 %	-37 %	-51 %	-60 %	-63 %
Landwirtschaft	9,8	8,3	8,3	8,2	7,5	7,6	7,3	-15 %	-23 %	-22 %	-25 %	-1 %	-10 %	-9 %	-12 %
Abfallwirtschaft	4,7	3,5	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	-50 %	-56 %	-59 %	-61 %	-35 %	-42 %	-47 %	-48 %
F-Gase	1,6	1,8	2,1	1,8	0,9	0,8	0,6	38 %	-44 %	-50 %	-58 %	19 %	-52 %	-56 %	-64 %
THG nach KSG (ohne EH)***		56,8	47,0	46,2	40,0	31,8	28,3					-17 %	-30 %	-44 %	-50 %
Gesamte Treibhausgase	79,1	92,6	74,0	72,8	65,8	57,0	53,1	-6 %	-17 %	-28 %	-33 %	-20 %	-29 %	-38 %	-43 %

* Daten für 2005 bis 2012 wurden entsprechend der ab 2013 gültigen Abgrenzung des EU-ETS angepasst. Die aktuellen Emissionsdaten weichen von bisher publizierten Zeitreihen ab.

** Verkehr inkl. nationalem Flugverkehr (nat. Flugverkehr 2020: rund 23 kt CO₂).

*** Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz (KSG) – ohne Emissionshandel und ohne CO₂-Emissionen aus nationalem Flugverkehr.

Tabelle A4: Treibhausgasemissionen des Szenario WAM von 1990 bis 2050 mit relativen Jahresvergleichen.

Mio. t CO ₂ -äq.	1990	2005	2020	2022	2030	2040	2050	1999– 2020	1990– 2030	1990– 2040	1990– 2050	2005– 2020	2005– 2030	2005– 2040	2005– 2050
Energie und Industrie mit Emissionshandel	36,4	41,6	32,5	32,6	25,8	20,1	14,5	-11 %	-30 %	-45 %	-60 %	-22 %	-38 %	-52 %	-65 %
Energie und Industrie ohne Emissionshandel		5,9	5,5	6,0	4,6	4,2	3,7					-7 %	-22 %	-28 %	-36 %
Energie und Industrie Emissionshandel*		35,7	27,0	26,6	21,2	15,9	10,7					-24 %	-41 %	-55 %	-70 %
Verkehr**	13,8	24,6	20,7	20,6	15,0	6,4	2,1	50 %	9 %	-53 %	-85 %	-16 %	-39 %	-74 %	-92 %
Gebäude	12,9	12,7	8,1	7,4	4,2	1,3	0,2	-37 %	-68 %	-90 %	-98 %	-37 %	-67 %	-90 %	-98 %
Landwirtschaft	9,8	8,3	8,3	8,2	6,8	6,6	6,1	-15 %	-30 %	-32 %	-38 %	-1 %	-18 %	-21 %	-27 %
Abfallwirtschaft	4,7	3,5	2,3	2,2	1,9	1,8	1,7	-50 %	-58 %	-62 %	-63 %	-35 %	-45 %	-49 %	-51 %
F-Gase	1,6	1,8	2,1	1,8	0,8	0,4	0,3	38 %	-50 %	-72 %	-78 %	19 %	-56 %	-76 %	-81 %
Carbon Management Strategy (CMS) und Abschaffung kontraproduktive Förderungen (F)					-2,5	-2,5	-2,5								
THG nach KSG (ohne EH)***		56,8	47,0	46,2	33,2	20,7	14,1					-17 %	-42 %	-64 %	-75 %
THG nach KSG (ohne EH)*** inkl. CMS+F					30,7	18,2	11,6					-17 %	-46 %	-68 %	-80 %
Gesamte Treibhausgase	79,1	92,6	74,0	72,8	54,4	36,6	24,9	-6 %	-31 %	-54 %	-68 %	-20 %	-41 %	-60 %	-73 %
Gesamte Treibhausgase inkl. CMS+F	79,1	92,6	74,0	72,8	51,9	34,1	22,4	-6 %	-34 %	-57 %	-72 %	-20 %	-44 %	-63 %	-76 %

Daten für 2005 bis 2012 wurden entsprechend der ab 2013 gültigen Abgrenzung des EU-ETS angepasst. Die aktuellen Emissionsdaten weichen von bisher publizierten Zeitreihen ab.

** Verkehr inkl. nationalem Flugverkehr (nat. Flugverkehr 2020: rund 23 kt CO₂).

*** Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz (KSG) – ohne Emissionshandel und ohne CO₂-Emissionen aus nationalem Flugverkehr.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Das Umweltbundesamt erstellt in Zusammenarbeit mit Expert:innen von e-think, TU Graz und TU Wien in regelmäßigen Intervallen Szenarien über die Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen für die EU-Berichtspflicht im Rahmen der Governance-Verordnung. Das Szenario WEM zeigt die Entwicklung mit bestehenden, rechtsgültigen Maßnahmen. Das Szenario WAM bildet die Maßnahmen aus dem integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich ab, die von Expert:innen als wahrscheinlich eingeschätzt und voraussichtlich umgesetzt werden. Der vorliegende Bericht vergleicht die Szenarien WEM und WAM.