

Szenario erneuerbare Energie

2030 und 2050



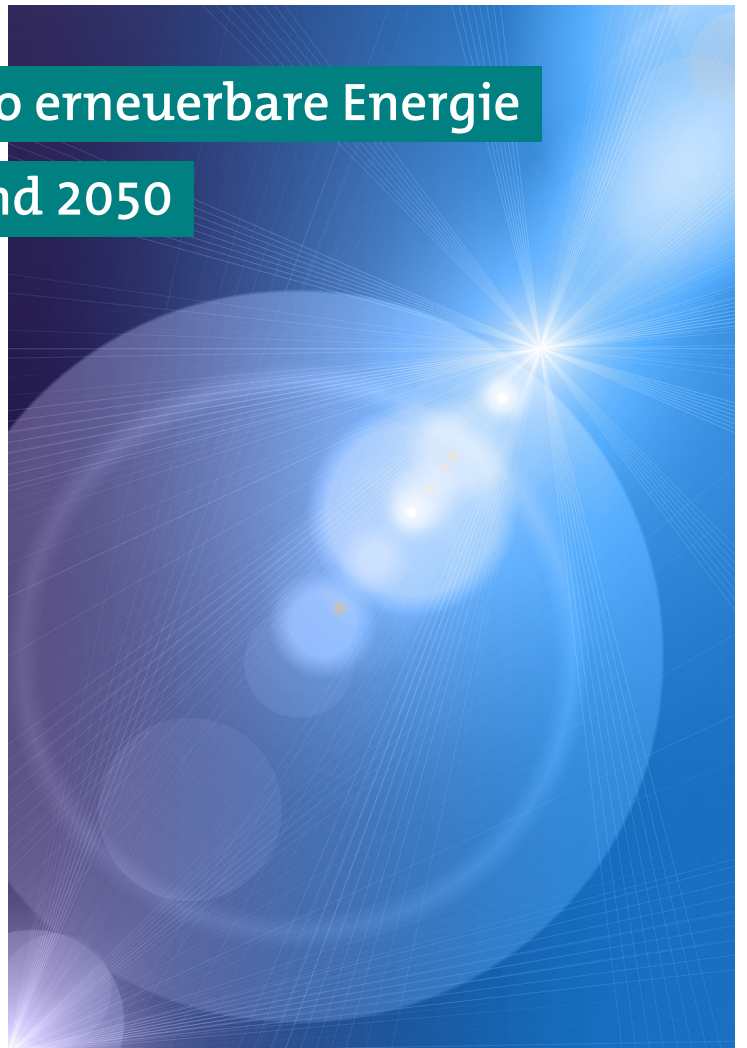
ÖSTERREICHISCHER
BIOMASSE-VERBAND
AUSTRIAN BIOMASS ASSOCIATION



IG WINDKRAFT
Austrian Wind Energy Association

save»energy

Austria



SZENARIO ERNEUERBARE ENERGIE 2030 UND 2050

Thomas Krutzler, Herbert Wiesenberger, Christian Heller,
Michael Gössl, Gudrun Stranner, Alexander Storch,
Holger Heinfellner, Ralf Winter, Michael Kellner, Ilse Schindler



ÖSTERREICHISCHER
BIOMASSE-VERBAND
AUSTRIAN BIOMASS ASSOCIATION



IG WINDKRAFT
Austrian Wind Energy Association

save»energy

Austria

REPORT
REP-0576

Wien 2016

Projektleitung

Thomas Krutzler

AutorInnen

Thomas Krutzler
Herbert Wiesenberger
Christian Heller
Michael Gössl
Gudrun Stranner
Alexander Storch
Holger Heinfellner
Ralf Winter
Michael Kellner
Ilse Schindler

Satz/Layout

Manuela Kaitna

Umschlagbild

© Sean Gladwell – Fotolia.com

Diese Publikation wurde im Auftrag des Österreichischen Biomasseverbandes, IG Windkraft und save energy Austria erstellt.

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

Impressum

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

Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2016
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 978-3-99004-389-9

INHALT

	ZUSAMMENFASSUNG	5
1	SZENARIO ERNEUERBARE ENERGIE	13
1.1	Einleitung	13
1.2	Ziel und Struktur des Projektes	13
1.3	Ergebnisse – Gesamtdarstellung	14
1.3.1	Bruttoinlandsverbrauch	14
1.3.2	Energetischer Endverbrauch – Gesamtverbrauch.....	15
1.3.3	Nichtenergetischer Verbrauch, Verbrauch des Sektors Energie, Transportverluste	16
1.3.4	Anteil erneuerbarer Energieträger	16
1.4	Ergebnisse – Einzeldarstellungen	18
1.4.1	Energetischer Endverbrauch – Industrie.....	18
1.4.2	Energetischer Endverbrauch – Gebäude (Haushalte und Dienstleistungen).....	19
1.4.3	Energetischer Endverbrauch – Verkehr	20
1.4.4	Energieaufbringung	21
1.4.5	CO ₂ -Intensität der Nettostromimporte	23
1.4.6	THG-Emissionen	24
2	LITERATURVERZEICHNIS	25

ZUSAMMENFASSUNG

Aufbauend auf dem Szenarien WEM und WAM plus (UMWELTBUNDESAMT 2015a, b, c, d) wurde für die Jahre 2030 und 2050 ein Szenario erneuerbare Energie berechnet. Das Ziel des Szenarios ist eine weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems bis zum Jahr 2050. Da für die Einhaltung des 2°C Klimaziels aber nicht nur der Wert 2050 sondern auch die kumulierten Emissionen wichtig sind, wurde das Jahr 2030 als wichtige Zwischenmarke gewählt und berechnet.

**Szenario
erneuerbare Energie**

Für alle energierelevanten Sektoren wurden Annahmen getroffen, die entweder zu einer Erhöhung der Effizienz oder zu einer Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger führen. Die Berechnungen wurden auf Basis von Expertenschätzungen durchgeführt. Es wurden keine Modellläufe initiiert. Daher wurden auch weder Wechselwirkungen zwischen den Sektoren noch wirtschaftliche Aspekte in vollem Umfang berücksichtigt.

Für die zur Verfügung stehenden Potentiale erneuerbarer Energieträger wurden Studien des Österreichischen Biomasseverbandes (ÖBV 2015), des Verbandes Erneuerbare Energie Österreich (EEÖ 2015) und anderer Studien (STREICHER et al. 2010, ZEFÖ 2011) als Richtwerte herangezogen.

**Potentiale
erneuerbarer
Energieträger**

Die allgemeinen Rahmenbedingungen und Eingangsparameter wurden aus dem Szenario WAM plus übernommen (UMWELTBUNDESAMT 2015d, siehe Tabelle A).

*Tabelle A: Grundlegende Parameter für die Modellierung des Szenarios WEM und WAM plus.
Quelle: Umweltbundesamt.*

Parameter	2010	2020	2030	2040	2050
BIP [Mrd. € 2010]	285	330	383	441	495
Bevölkerung [1.000]	8.382	8.733	9.034	9.277	9.460
Anzahl der Hauptwohnsitze [Mio.]	3,62	3,86	4,05	4,17	4,25
Heizgradtage	3.252	3.204	3.118	3.013	2.907
Wechselkurs US\$/€	1,33	1,30	1,30	1,30	1,30
Internationaler Kohlepreis [US\$ 2010/t]	99,2	109	116	156	197
Internationaler Ölpreis (US\$/bbl)	78,1	148	212	267	335
Internationaler Ölpreis (US\$ 2010/bbl)	78,1	118	135	139	143
Internationaler Gaspreis [US\$ 2010/GJ]	7,1	10,4	11,9	13,1	14,3
CO ₂ -Zertifikatspreis [€ 2010/t CO ₂] WEM	13	20	30	78	100
CO ₂ -Zertifikatspreis [€ 2010/t CO ₂] WAM plus	13	20	35	87	162

Zur einfacheren Handhabung werden im Folgenden die wichtigsten Rahmenbedingungen und Storylines aus dem Szenario WAM plus aufgelistet:

**Szenario
WAM plus**

Allgemeine Rahmenbedingungen in den Storylines

- Entwicklung einer gemeinsamen gesellschaftlichen Vision mit nachhaltigen Geschäftsmodellen und langfristigen Finanzierungsmodellen,
- Festlegung von verbindlichen Zielen für 2030, 2040 und 2050 und entsprechendem Monitoring und regelmäßiger Evaluierung,
- Förderung von Umweltbewusstsein und Änderungen im Lebensstil und in den Konsummustern („sharing economy“),
- Sozial inklusive und nachhaltige Wirtschaft („green economy“).

Storyline Verkehr

- Deutlich höhere Kraftstoffpreise durch Rohöl-Preisanstieg und EU-weite Energie-besteuerungs-Richtlinie auf fossile Kraftstoffe,
- Reduktion der Personenverkehrsleistung (Pkm),
- Verlagerung des Personenverkehrs auf Umweltverbund (ÖV, Rad, Fuß),
- Reduktion des Pkw-Motorisierungsgrads,
- Elektromobilität als alternativer Antrieb im motorisierten Individualverkehr,
- Reduktion der Güterverkehrsleistung (Tkm),
- Verlagerung des Güterverkehrs auf Schiene und Schiff,
- Wasserstoff und Biogas als alternative Energieträger im Straßengüterverkehr.

Storyline Gebäude

- Sehr hohe thermisch-energetische Qualität der Gebäude und der gebäudetechnischen Anlagen,
- verpflichtender Einsatz erneuerbarer Energieträger (v. a. im ländlichen Bereich) oder von Fernwärme (im städtischen Bereich),
- neue Gebäude mit sehr niedrigem Energiebedarf (NZEB),
- kompaktere Siedlungsstrukturen.

Storyline Energieaufbringung

- Integration in einen funktionierenden europäischen Strommarkt,
- deutlich stärkere angebots- und nachfrageseitige Flexibilisierung des Regulierungsrahmens,
- neue Stromspeichertechnologien,
- verbesserte Netze zur Integration der volatilen Stromerzeugung,
- Ausbau von erneuerbarer Wärme und erneuerbarem Strom,
- Rückgang der Nachfrageschwankungen durch bedarfsseitiges Management (DSM).

Storyline Industrie

- Langlebige, hochqualitative Produkte (weniger Abfälle),
- hocheffiziente Nutzung der eingesetzten Energien und Ressourcen (verbessertes Recycling),
- Entwicklung grundlegend neuer Technologien,
- eine stärkere Verschränkung von Forschungs-, Umwelt- und Wirtschaftsförderung sowie die Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit.

Aus den Storylines wurden dann Maßnahmen abgeleitet und als Maßnahmenpaket abgebildet. Der Fokus wurde auf den Effekt der Maßnahmen gelegt, nicht auf deren Ausgestaltung, für die es zumeist mehrere Möglichkeiten gibt. Die Maßnahmen werden in die Modellsysteme über Annahmen und Parameter übertragen (siehe dazu AEA 2015, EEG 2015, IVT 2015, UMWELTBUNDESAMT 2015c).

Die wichtigsten Maßnahmen sind:

- im Sektor Verkehr die Veränderung des Modal Splits im Personen- und Güterverkehr hin zu umweltfreundlicheren Verkehrsmodi bzw. Verkehrsträgern, was v. a. im Personenverkehr zu einer stark reduzierten jährlichen MIV-Fahrleistung¹ führt,
- im Sektor Energie die Ausweitung der erneuerbaren Strom- und Fernwärmeerzeugung,
- im Sektor Industrie die Verstärkung der Energie- und Ressourceneffizienz und
- im Bereich Gebäude die verpflichtende thermisch-energetische Sanierung.

**wichtigste
Maßnahmen
WAM plus**

Zusätzlich zu den Maßnahmen und Annahmen im Szenario WAM plus wurden noch folgende weiterführende Annahmen ins Szenario erneuerbare Energie integriert:

**Szenario
erneuerbare Energie**

Annahmen Verkehr

- Der Verkauf von konventionell betriebenen PKW wird stark eingeschränkt und geht gegen Null².
- Die Ausfallswahrscheinlichkeiten für Fahrzeuge wurde aus dem Emissionsmodell NEMO (IvT 2015) entnommen.
- Der höchste Altbestand ist bei Zweirädern zu erwarten.
- Für Fahrzeuge mit Brennstoffzellen (FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle) ist im Jahr 2030 noch kein ausreichend dichtes Tankstellennetz vorhanden, daher sind die Anteile in diesem Jahr noch gering.
- Bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF) mit Ausnahme von Linienbussen erfolgt bis 2050 bei großen Fahrtweiten und hohem Gewicht die Umstellung auf FCEV.
- Bei Linienbussen entwickelt sich bis 2030 und 2050 ein hoher Anteil von Batteriebusen aufgrund der hohen Zahl an Lademöglichkeiten auf der Strecke (bspw. Endhaltestellen einer Linie).
- Frühere Teilelektrifizierung bei Verdichterstationen
- Für die Antriebseffizienz: bei reinen Elektrofahrzeugen wurde der gemittelte Faktor (aus Literatur/Datenbanken) von 3,6 angenommen; bei Wasserstoff (H₂) liegt der Faktor wegen der Brennstoffzellen-Wirkungsgrade um 10 % darunter.
- Im Jahr 2030 steht gleichviel Biomasse zur Verfügung wie Im Jahr 2050.
- Fahrzeuge bleiben bis zum Ende der Lebensdauer in der österreichischen Flotte.

¹ Motorisierter Individualverkehr, v. a. mit Pkw

² Ähnliche Gesetzesvorschläge und Initiativen gibt es bereits in Norwegen, Indien und den Niederlanden: <http://naturschutz.ch/news/norwegen-plant-verbot-fuer-diesel-und-benzinautos/102532>; <http://www.autocarpro.in/news-national/-mobility-2030-piyush-goyal-10943>; <http://www.dutchnews.nl/news/archives/2016/03/only-electric-cars-to-be-sold-in-netherlands-from-2025/>

Annahmen Gebäude

- Eine CO₂ Abgabe stellt einen umsichtigen Umgang von fossilen Ressourcen im Sinne des Ziels eines nachhaltigen Energiesystems bis 2050 sicher.
- Ein jährlich steigender Klimateffizienzfaktor von 2020 bis 2050 wird im Rahmen der Grundsteuer festgelegt und ist progressiv abhängig von der CO₂ Kennzahl im Energieausweis (Annahme der höchsten Klasse, wenn kein Energieausweis vorgelegt wird) für Hauptwohnsitze sowie für Nebenwohnsitze und Betriebsstätten mit mehr als 75 % Anwesenheitstagen von Personen im Jahr.
- Rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für „schlüsselfertige“ und „kostengünstige“, qualitätsgesicherte, umfassende thermisch-energetische Standardsanierungen mit erneuerbaren Energieträgern (EET) und Sanierungssupport nach sozialen Kriterien werden geschaffen.
- Ebenso werden rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für thermische Smart Grids mit EET, insbesondere von thermischen Mikronetzen mit hocheffizienten, stromnachfragegeführten Mikro-KWKs mit EET geschaffen.
- In ländlichen Gebieten wird deutlich mehr feste Biomasse statt Öl und Gas eingesetzt.
- Naturgas wird in ländlichen Regionen zum Teil durch gasförmige Biomasse substituiert.
- Primär in urbanen Räumen werden Umgebungswärme, Abwärme und Niedertemperatur-Geothermie mittels Wärmepumpe stärker genutzt.
- Generell wird mehr Solarthermie und Geothermie für die Bereitstellung von Raumwärme & Warmwasser genutzt.
- Die Potenziale stehen technisch u. nachhaltig zur Verfügung.
- Der erhöhte Strombedarf basiert zu 100 % auf Erneuerbarer Energie.
- Der zusätzliche Fernwärmebedarf wird zu 100 % mit Erneuerbaren gedeckt.
- Die Potenziale sind in Österreich ausreichend räumlich verteilt.

Annahmen Energieaufbringung

- Die Stromexporte wurden in ähnlicher Größenordnung zum Szenario WAM plus gewählt.
- Die höhere inländische Stromaufbringung wird durch erneuerbare Energieträger gedeckt.
- Im Jahr 2030 werden zwei Drittel der Erdgasfernwärme durch Biomasse und Großwärmepumpen ersetzt.
- Bereits im Jahr 2030 kommt es zu einer Reduktion des Abfallaufkommens und damit der Abfallverbrennung.
- Ausgelöst durch die geringere Nachfrage nach fossilen Treibstoffen wird Produktion der Raffinerie 2030 um 1/3 verringert.
- Die Erdöl- und Erdgasförderungen (inkl. diffusen Emissionen) wurden aus dem Szenario WAM plus übernommen.

Annahmen Industrie

- Verfahrensumstellungen in industriellen Prozessen führen zu höherem Stromeinsatz.
- In der Eisen- und Stahlindustrie wird neben der Elektrostahlproduktion teilweise mit vorgelagerter Direktreduktion produziert; dadurch kommt es zur Umstellung von Kohle auf Erdgas, die sich auch im nichtenergetischen Verbrauch auswirkt.
- Der Berechnungsansatz erfolgt über die Brennstoffverteilung in den Kategorien der Nutzenergieanalyse (STATISTIK AUSTRIA 2014):
 - Für die Bereitstellung von Raumwärme werden mehr Biomasse und Wärmepumpen eingesetzt.
 - Für die Bereitstellung von Prozesswärme wird mehr Biomasse eingesetzt.
 - Für den Betrieb von Standmotoren wird mehr Strom eingesetzt.
 - Bei Industrieöfen (Nahrungsmittel- und Holzindustrie, Glasherstellung) erfolgt eine selektive Umstellung auf erneuerbare Energieträger.
- Durch höheres Angebot von Strom aus öffentlichen Anlagen sinkt die Eigenerzeugung.
- Ein Teil der industriellen Niedertemperaturwärme wird bis 2030 durch Wärmepumpen mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 2,5 bereitgestellt (nicht für Metallindustrie, da ausreichend Abwärme vorhanden).
- Die Trocknung von Biomasse erfolgt u. a. durch interne Abwärme.
- Brennstoffspezifische Wirkungsgraden werden bei der Berechnung berücksichtigt.
- Keine Änderungen beim nichtenergetischen Verbrauch für chemische Industrie und Bauindustrie.

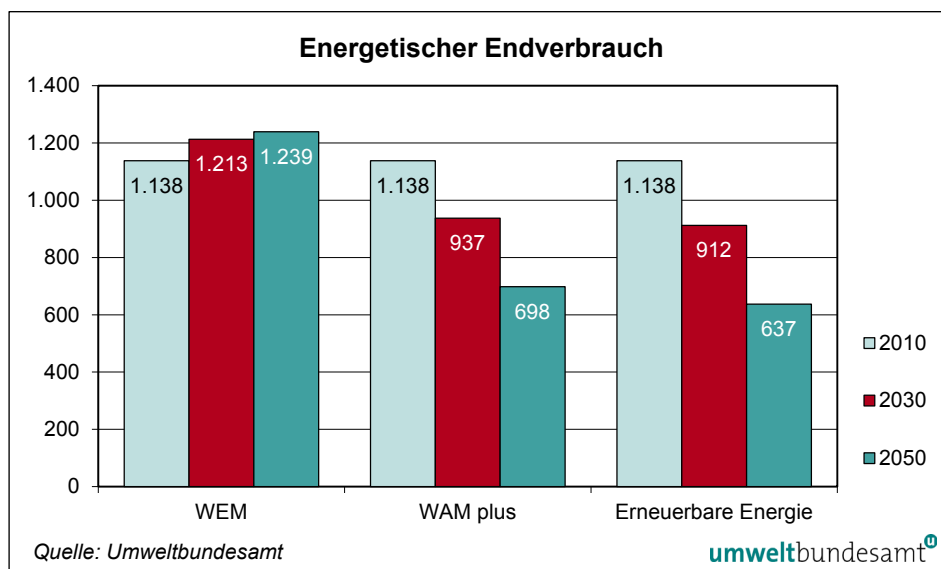


Abbildung A:
Energetischer Endverbrauch in den Szenarien WEM, WAM plus und erneuerbare Energie

Im Vergleich zum Szenario WEM ist der energetische Endverbrauch im Szenario erneuerbare Energie im Sektor Verkehr im Jahr 2050 um 283 PJ niedriger, im Sektor Gebäude (Haushalte und Dienstleistungen) um 113 PJ, im Sektor Industrie um 201 PJ.

Vergleich zum Szenario WEM

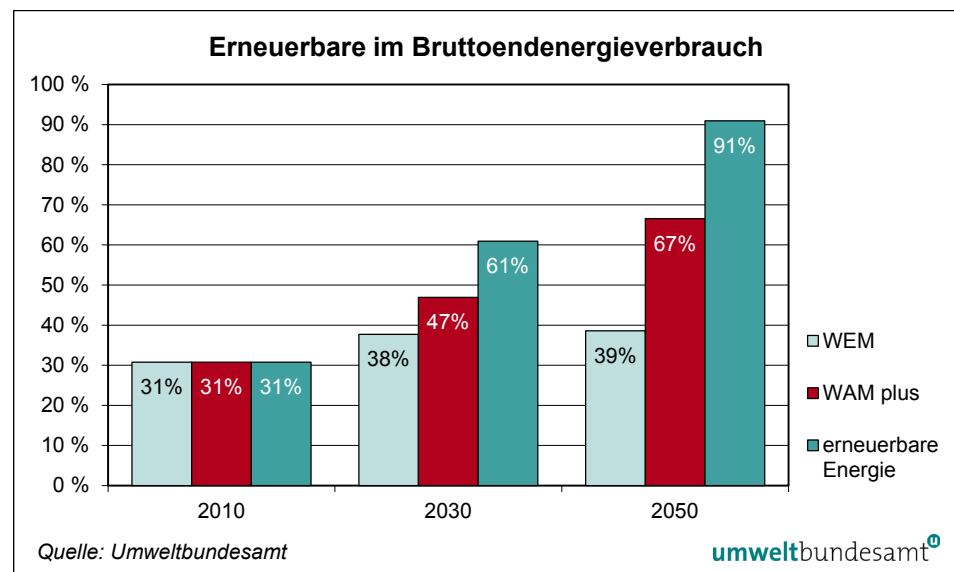
Tabelle A: Energetischer Endverbrauch gesamt und nach Sektoren WEM, WAM plus, erneuerbare Energie und die Energiebilanz 1970–2012 für ausgewählte Jahre (auf ganze Zahlen gerundet).
Quellen: STATISTIK AUSTRIA (2013), Umweltbundesamt

Sektoren	Bilanzjahr	Szenario WEM		Szenario WAM plus		Szenario erneuerbare Energie	
		2030	2050	2030	2050	2030	2050
in PJ							
Verkehr	2010	434	430	299	208	276	147
Industrie	2010	411	474	322	271	320	273
Haushalte	2010	232	207	202	142	202	140
Dienstleistungen	2010	121	112	102	66	102	66
Landwirtschaft	2010	14	16	12	11	12	11
energetischer Endverbrauch	1.138	1.213	1.239	937	698	912	637

Anteil erneuerbarer Energieträger

In der für die Szenarien verwendeten Energiebilanz 1970–2012 wird ein Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch³ für das Jahr 2010 von 30,8 % berechnet (STATISTIK AUSTRIA 2013). Im Jahr 2030 steigt der Anteil erneuerbarer Energieträger im Szenario WAM plus auf 46,9 % und im Szenario erneuerbare Energie auf 60,9 %. Im Szenario WAM plus erhöht sich der Anteil bis ins Jahr 2050 auf 66,6 %, im Szenario erneuerbare Energie auf 91,0 % (Abbildung B).

Abbildung B:
Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch in den Szenarien WEM, WAM plus und erneuerbare Energie.



Bruttoinlandsverbrauch

Der Bruttoinlandsverbrauch ist im Szenario erneuerbare Energie im Vergleich zum Szenario WEM im Jahr 2050 um 737 PJ niedriger; der Einsatz von fossilen Brennstoffen ist um 767 PJ geringer. Nettostromimporten von 56 PJ im Szenario

³ Der Bruttoendenergieverbrauch setzt sich laut Richtlinie (RL 2009/28/EG) aus dem gesamten energetischen Endverbrauch, dem Verbrauch von Strom und Fernwärme des Sektors Energie und den Transportverlusten von Strom und Fernwärme zusammen.

rio WEM stehen 71 PJ Nettostromexport im Szenario erneuerbare Energie gegenüber. Die Ergebnisse sind in Tabelle B dargestellt.

Tabelle B: Bruttoinlandsverbrauch gesamt und nach Energieträgern für die Szenarien WEM, WAM plus, erneuerbare Energie und die Energiebilanz 1970–2012 für ausgewählte Jahre (auf ganze Zahlen gerundet).
Quellen: STATISTIK AUSTRIA (2013), Umweltbundesamt

Energieträger	Bilanzjahr	Szenario WEM		Szenario WAM plus		Szenario erneuerbare Energie	
		2010	2030	2050	2030	2050	2030
in PJ							
Kohle	143	108	106	76	48	46	1
Öl	549	542	517	384	219	308	82
Gas	344	318	350	263	128	217	135
Abfälle	28	36	37	32	25	28	24
Biomasse	237	268	221	246	195	319	282
Umgebungswärme etc.	13	28	36	28	51	41	54
Elektrische Energie	8	34	56	-33	-60	-51	-71
Wasserkraft	138	154	154	154	154	154	163
Wind	7	27	48	38	66	63	76
Photovoltaik	0	40	64	40	71	53	85
Wasserstoff	0	0	0	0	9	1	21
energetischer Endverbrauch	1.467	1.554	1.590	1.229	907	1.179	853

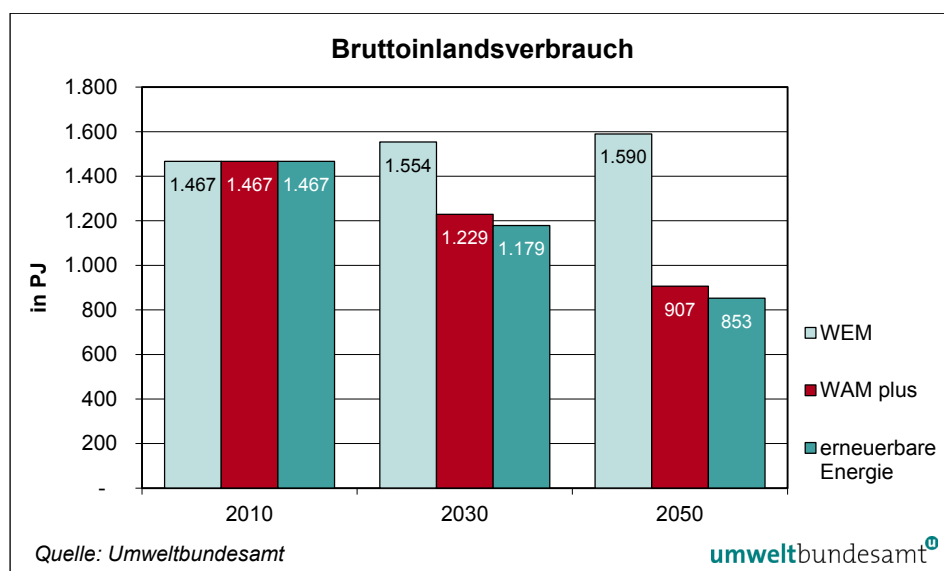


Abbildung C: Bruttoinlandsverbrauch in den Szenarien WEM, WAM plus und erneuerbare Energie

Der Bruttoinlandsverbrauch umfasst alle Energieträger und ist daher maßgeblich für die Treibhausgasemissionen. Die Treibhausgasemissionen zeigen im Szenario WEM bis 2050 eine Reduktion von 18 % gegenüber 2005. Im Szenario WAM plus ergibt sich eine Reduktion von 63 % und im Szenario erneuerbare Energie von 78 % (siehe Tabelle C und Abbildung E).

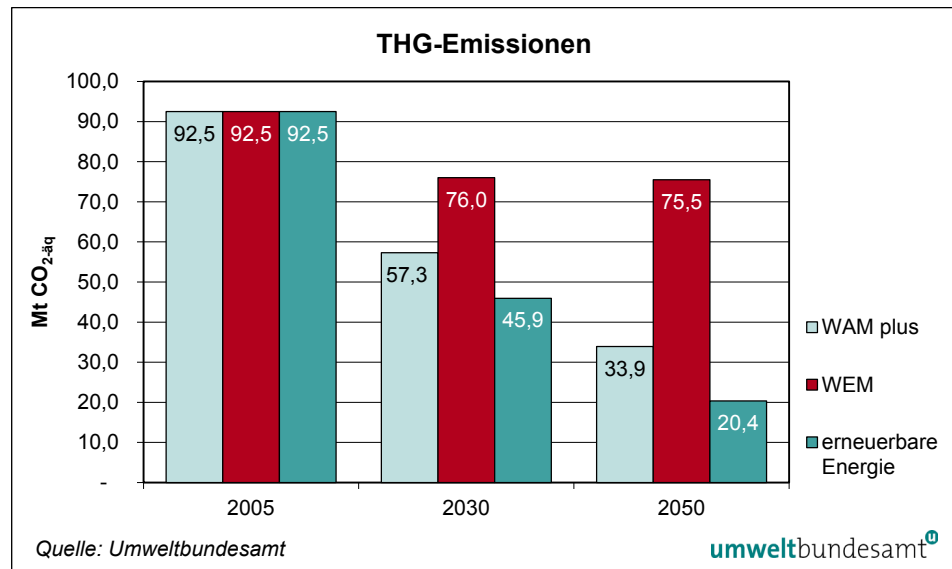
Treibhausgase

Für die Verbrennung fossiler Rohstoffe (Summe der 1A Kategorien) ergibt sich im Szenario erneuerbare Energie im Jahr 2030 eine Reduktion von 60 % und im Jahr 2050 von 92 %. Die avisierten Ziele werden somit eingehalten.

Tabelle C: THG-Emissionen nach Sektoreinteilung des CRF Formats für die Szenarien WEM, WAM plus und erneuerbare Energie Plus für 2030 und 2050 (in Mio. t CO₂-Äquivalent)
Quelle: (UMWELTBUNDEAMT 2015 a, b, d)

in Mt CO ₂ -eq		Inventur	Szenario WEM		Szenario WAM plus		Szenario erneuerbare Energie	
CRF	Sektoren		2030	2050	2030	2050	2030	2050
1A1	Energieaufbringung	16,4	8,3	10,9	7,6	1,3	5,5	1,3
1A2	Produzierende Industrie	11,8	12,0	12,3	9,6	6,3	7,5	3,2
1A3	Verkehr	24,9	23,0	21,5	13,7	6,8	9,5	0,1
1A4	Kleinverbraucher	13,7	7,0	5,1	5,8	2,7	5,4	0,7
1A5	Militär	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1B	Flüchtige Emissionen	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
2	Prozessemissionen	15,6	17,0	16,7	12,2	8,8	10,9	7,1
3	Landwirtschaft	6,9	7,1	7,7	6,9	6,7	6,9	6,7
5	Abfall	2,6	0,9	0,7	0,8	0,6	0,8	0,6
SUMME		92,5	76,0	75,5	57,3	33,9	47,2	20,3
SUMME 1A		66,8	50,4	49,9	36,8	17,2	28	5,4

Abbildung D: Gesamte Treibhausgasemissionen in den Szenarien WEM, WAM plus und erneuerbare Energie.



1 SZENARIO ERNEUERBARE ENERGIE

1.1 Einleitung

Die langfristigen politischen Pläne der EU hinsichtlich Klimaschutz und Energieversorgung wurden im Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft 2050 (KOM(2011) 112) und im Energiefahrplan 2050 (KOM(2011) 885) festgelegt.

EU Fahrpläne 2050

Zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen wurde ein EU-weites Emissionshandelssystem eingeführt (RL 2009/29/EG). Als Ziel für 2030 wurde eine EU-weite, verbindliche Reduktion der Treibhausgas-Emissionen im nicht-EH Bereich um 40 % vereinbart (EUCO 169/14).

Reduktion der Treibhausgas-Emissionen

Im Szenario erneuerbare Energie wird ausgehend vom Szenario WAM plus ein weiterer Schritt in Richtung Kompatibilität mit den Zielen der Roadmaps unternommen.

1.2 Ziel und Struktur des Projektes

Beim Szenario erneuerbare Energie handelt es sich nicht um ein alternatives Szenario WAM plus. Während die Auswahl der Maßnahmen für das Szenario WAM plus in die Modellstruktur eingebettet waren, werden die Annahmen im Szenario erneuerbare Energie durch Expertenabschätzungen umgesetzt. Auch wurden nur die Jahre 2030 und 2050 berechnet, keine Jahre dazwischen.

Der Fokus beim Szenario erneuerbare Energie liegt darauf, aufzuzeigen, in welchen Sektoren der Einsatz welcher erneuerbarer Energieträger statt welchen fossilen Energieträgern möglich ist. Wirtschaftliche Überlegungen kommen dabei nicht zum Tragen. Das Ziel des Szenarios ist eine weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems bis zum Jahr 2050, insbesondere der Emissionen von Treibhausgasen (THG) aus Verbrennung fossiler Rohstoffe im Vergleich zu 2005 unter Einsatz von Energieeffizienz und erneuerbarer Energieträger.

zusätzlicher Einsatz erneuerbarer Energieträger

Dazu wurden für alle energetischen Sektoren Annahmen getroffen, die zu einem höheren Einsatz von erneuerbaren Energieträgern möglich wäre. Die Berechnungen wurden auf Basis von Expertenschätzungen durchgeführt. Es wurden keine Modellläufe initiiert. Daher wurden auch weder Wechselwirkungen zwischen den Sektoren noch wirtschaftliche Aspekte in vollem Umfang berücksichtigt.

Für die zur Verfügung stehenden Potentiale erneuerbarer Energieträger wurden Studien des Österreichischen Biomasseverbandes (ÖBV 2015) und des Verbandes Erneuerbare Energie Österreich (EEÖ 2015) als Richtwerte herangezogen.

Potentiale erneuerbarer Energieträger

Für die allgemeinen Rahmenbedingungen und Eingangsparameter wird auf den Bericht zum Szenario WAM plus verwiesen (Umweltbundesamt 2015d). Sofern keine Änderungen notwendig waren, wurden diese beibehalten.

1.3 Ergebnisse – Gesamtdarstellung

1.3.1 Bruttoinlandsverbrauch

Veränderungen bei den Energieträgern

Der Bruttoinlandsverbrauch sinkt kontinuierlich und liegt 2050 um 614 PJ niedriger als 2010 (siehe Tabelle 1). Bei den fossilen Energieträgern nimmt der Verbrauch im Vergleich zum Jahr 2010 stark ab, bei den erneuerbaren stark zu. Aus Nettostromimporten werden bis zum Jahr 2050 Nettostromexport von 71 PJ (siehe Tabelle 1).

Da es noch keine festgelegten Regeln zur Bilanzierung von Stromspeichern (außer Pumpstromkraftwerken) und der gibt, konnten keine expliziten zusätzlichen Speichertechnologien in die Modellierung aufgenommen werden, es wird aber sehr wohl angenommen, dass solche bis 2050 zum Einsatz kommen werden.

Ebensowenig sind Regeln für die Erzeugung von Wasserstoff aus Elektrolyse festgelegt, sodass für dieses Szenario angenommen wird, dass Wasserstoff als Energieträger importiert wird. Er wurde daher auch nicht zu den erneuerbaren Energieträgern gezählt. Die Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbarem Strom ist allerdings anzustreben. Dass genügend Strom dafür vorhanden ist, zeigt die Höhe der Nettostromexporte.

*Tabelle 1:
Bruttoinlandsverbrauch
im Szenario erneuerbare
Energie (auf ganze
Zahlen gerundet). Der
Umwandlungsausstoß
wird abgezogen
(Quellen: STATISTIK
AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).*

Kategorien	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
Umwandlungseinsatz	878	766	465
Umwandlungsausstoß	766	698	425
nichtenergetischer Verbrauch	123	105	90
Transportverluste	20	24	27
Verbrauch des Sektors Energie	74	71	58
energetischer Endverbrauch	1.138	912	637
Bruttoinlandsverbrauch	1.467	1.179	853

*Tabelle 2:
Bruttoinlandsverbrauch
nach Energieträgern für
ausgewählte Jahre im
Szenario erneuerbare
Energie (auf ganze
Zahlen gerundet)
(Quellen: STATISTIK
AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).*

Energieträger	Bilanzjahr	Szenario erneuerbare Energie	
	2010	2030	2050
	in PJ		
Kohle	143	46	1
Öl	549	309	82
Gas	344	216	135
Erneuerbare	395	629	659
Abfall	28	28	24
Wasserstoff	–	1	21
Nettostromimporte/-exporte	8	-51	-71
Bruttoinlandsverbrauch	1.467	1.179	853

Vergleich zum Szenario WEM

Im Vergleich mit dem Szenario WEM ist der Bruttoinlandsverbrauch im Szenario erneuerbare Energie im Jahr 2030 um **375 PJ** und im Jahr 2050 um **737 PJ** niedriger. Der Einsatz von fossilen Brennstoffen inkl. Abfall (ohne Wasserstoff) ist um 404 PJ (2030) bzw. 767 PJ (2050) geringer, der Einsatz aus Erneuerbaren ist im Jahr 2030 um 113 PJ und 2050 um 136 PJ höher als im Szenario WEM. Nettostromimporten im Szenario WEM von 34 PJ (2030) und 56 PJ (2050) stehen im Szenario erneuerbare Energie Nettostromexporte von 51 PJ (2030) bzw. 71 PJ (2050) gegenüber.

1.3.2 Energetischer Endverbrauch – Gesamtverbrauch

In Tabelle 3 ist der energetische Endverbrauch für einzelne Sektoren dargestellt, in Tabelle 4 nach Energieträgern. Der Gesamtverbrauch der Sektoren Verkehr, Landwirtschaft, Industrie, Haushalte und Dienstleistungen wird in Kapitel 1.4 nach Energieträgern aufgeschlüsselt. Im Sektor Verkehr sind die Verdichterstationen und der off-road Bereich inkludiert.

Sektoren	Bilanzjahr	Szenario erneuerbare Energie	
	2010	in PJ	
	2010	2030	2050
Verkehr	391	276	147
Industrie	315	320	273
Haushalte	287	202	140
Dienstleistungen	131	102	66
Landwirtschaft	14	12	11
energetischer Endverbrauch	1.138	912	637

Tabelle 3: Energetischer Endverbrauch nach Sektoren im Szenario erneuerbare Energie (auf ganze Zahlen gerundet). Der Off-road-Bereich wurde dem Sektor Verkehr zugeordnet (Quellen: Statistik Austria 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
Kohle	22	11	1
Öl	434	219	31
Gas	199	147	69
Biomasse	157	192	168
Abfall	14	14	11
Wasserstoff	–	1	21
Strom	222	221	232
Wärme	90	108	104

Tabelle 4: Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario erneuerbare Energieträger (auf ganze Zahlen gerundet) (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Der energetische Endverbrauch sinkt vom Bilanzwert 2010 bis zum Jahr 2030 um 226 PJ und bis zum Jahr 2050 um 500 PJ. Bei den einzelnen Sektoren wird der Verbrauch des Sektors Verkehr gegenüber 2010 bis zum Jahr 2030 um 115 PJ reduziert, bis zum Jahr 2050 um 244 PJ. Der Verbrauch der Industrie steigt bis 2030 noch um 5,2, geht bis 2050 aber um 42 PJ gegenüber 2010 zurück. Der Verbrauch in Gebäuden sinkt um 114 PJ bis 2030 und 212 PJ bis 2050.

energetischer Endverbrauch sinkt in allen Sektoren

Vergleich zum Szenario WEM

Im Vergleich mit dem Szenario WEM ist der energetische Endverbrauch im Jahr 2030 um 301 PJ und im Jahr 2050 um 601 PJ geringer.

Bei den Energieträgern sinkt der Verbrauch von Öl im Jahr 2050 um 364 PJ, von Gas um 119 PJ und Kohle um 20 PJ. Der Verbrauch von Biomasse steigt um 11 PJ, von Wasserstoff um 21 PJ und von Umgebungswärme (inkl. Solarthermie und Geothermie) um 11 PJ.

Aufgrund von Effizienzverbesserungen sinkt der Verbrauch von Strom um 119 PJ und jener von Fernwärme um 14 PJ.

1.3.3 Nichtenergetischer Verbrauch, Verbrauch des Sektors Energie, Transportverluste

nichtenergetischer Verbrauch

Im nichtenergetischen Verbrauch wirkt sich die Umstrukturierung in der Eisen- und Stahlindustrie (Direktreduktion statt Hochofenstahl, mehr Elektrostahl) aus. Daher sinkt der Verbrauch bis 2050 um 33 PJ.

Tabelle 5: Nichtenergetischer Verbrauch, Verbrauch des Sektors Energie und Transportverluste im Szenario erneuerbare Energie (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Kategorien	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
nichtenergetischer Verbrauch	123	105	90
Transportverluste	20	24	27
Verbrauch des Sektors Energie	74	71	58

Verbrauch des Sektors Energie

Im Verbrauch des Sektors Energie (VdSE) schlägt sich neben der Eisen- und Stahl-Umstrukturierung vor allem die Schließung der Raffinerie nieder. Aufgrund der höheren Stromproduktion (Ersetzen von Nettoimporten und Nettoexporte bis zu 65 PJ) steigt der VdSE für den Energieträger Strom bis 2050 um 17 PJ gegenüber 2010. Insgesamt sinkt der VdSE bis 2050 aber um 16 PJ.

Transportverluste

Für Geothermie und Großwärmepumpen werden prozentuell höhere Transportverluste angenommen als für Erdgas- und Biomassenetze, daher steigen die Transportverluste im Vergleich zum Jahr 2010 um 6,8 PJ. Die Transportverluste für Strom betragen ca. 5 %.

1.3.4 Anteil erneuerbarer Energieträger

Für die Darstellung der Ist-Situation wird auf Kapitel 3.2.4 im Bericht zu den Szenarien WEM und WAM verwiesen (UMWELTBUNDESAMT 2015a).

Anteil der Erneuerbaren erreicht 90 %

Im Szenario erneuerbare Energie wird für das Jahr 2050 ein Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch von 90,9 % errechnet (siehe Tabelle 6). Der Anstieg ist sowohl auf die Reduktion im Endverbrauch als auch auf die Steigerung der Aufbringung erneuerbarer Energieträger zurückzuführen.

Hierbei ist einerseits anzumerken, dass im Jahr 2050 nicht mehr alle erneuerbaren Energieträger, die im Inland produziert werden, auch im Inland verbraucht werden (vgl. Nettostromexporte von 71 PJ), andererseits aber auch nicht die Potentiale aller erneuerbaren Energieträger ausgeschöpft wurden (siehe Tabelle 7). Die Potentiale für das Jahr 2050 sind nur als Gesamtwert angegeben.

Hinsichtlich Bioenergie werden in anderen Studien zwischen 307 PJ (STREICHER et al. 2010) und 420 PJ (ZEFÖ 2011) für das Jahr 2050 angegeben. In den Potentialen sind Nachhaltigkeitskriterien berücksichtigt.

Kategorie	Energiebilanz	Szenario erneuerbare Energie	
	2010	2030	2050
	in PJ		
energetischer Endverbrauch	1.138	912	637
Bruttoendenergieverbrauch	1.204	959	674
anrechenbare erneuerbare Energieträger	370	584	613
Anteil Erneuerbare	30,8 %	60,9 %	90,9 %

*Tabelle 6:
Anteil erneuerbarer Energieträger im Szenario erneuerbare Energie (Zahlen gerundet)
(Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).*

Energieträger	Potentiale	Szenario erneuerbare Energie	
	2030 bzw. 2050	2030	2050
	in PJ		
Bioenergie	340	319	282
Wasserkraft	195	154	163
Wind	63	63	76
Umgebungswärme etc.	22	41	54
Solarthermie	27		
Photovoltaik	67	53	85
Summe	714 bzw. 781	629	659

*Tabelle 7:
Potentiale erneuerbarer Energieträger und eingesetzte Mengen im Szenario erneuerbare Energieträger
(Quellen: EEÖ 2015, ÖBV 2015, Umweltbundesamt).*

Vergleich zum Szenario WEM

Der Anteil der erneuerbaren Energieträger ist im Jahr 2050 im Vergleich zum Szenario WEM um 52 % höher. Die anrechenbaren erneuerbaren Energieträger sind um 106 PJ höher, der Bruttoendenergieverbrauch dagegen um 565 PJ niedriger.

1.4 Ergebnisse – Einzeldarstellungen

1.4.1 Energetischer Endverbrauch – Industrie

**Annahmen
Industrie**

Für die Berechnung des Energieeinsatzes in industriellen Prozessen wurde angenommen, dass Verfahrensumstellungen zu höherem Stromeinsatz führen. In der Eisen- und Stahlindustrie wird neben der Elektrostahlproduktion teilweise mit vorgelagerter Direktreduktion produziert; dadurch kommt es zur Umstellung von Kohle auf Erdgas, die sich auch im nichtenergetischen Verbrauch auswirkt. Durch höheres Angebot von Strom aus öffentlichen Anlagen sinkt die Eigenerzeugung. Ein Teil der industriellen Niedertemperaturwärme wird bis 2030 durch Wärmepumpen mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 2,5 bereitgestellt (nicht für Metallindustrie, da ausreichend Abwärme vorhanden). Die Trocknung von Biomasse erfolgt u. a. durch interne Abwärme. Für die chemische Industrie und Bauindustrie ergeben sich beim nichtenergetischen Verbrauch keine Änderungen.

*Tabelle 8:
Energetischer
Endverbrauch der
Industrie nach
Energieträgern im
Szenario
erneuerbare
Energieträger (Quellen:
STATISTIK AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).*

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
Kohle	19,3	10,6	1,2
Öl (ohne Off-road)	16,2	5,9	1,3
Gas	105,7	91,1	58,4
Biomasse	52,5	78,8	72,9
Abfall	13,8	13,8	10,8
Strom	97,3	101,3	109,5
Wärme	10,5	18,8	18,9
energetischer Endverbrauch Industrie	315,3	320,4	272,9

Der Berechnungsansatz erfolgt über die Brennstoffverteilung in den Kategorien der Nutzenergieanalyse (STATISTIK AUSTRIA 2014):

- Für die Bereitstellung von Raumwärme werden mehr Biomasse und Wärmepumpen eingesetzt.
- Für die Bereitstellung von Prozesswärme wird mehr Biomasse eingesetzt.
- Für den Betrieb von Standmotoren wird mehr Strom eingesetzt.
- Bei Industrieöfen (Nahrungsmittel- und Holzindustrie, Glasherstellung) erfolgt eine selektive Umstellung auf erneuerbare Energieträger.

Brennstoffspezifische Wirkungsgraden wurden bei der Berechnung berücksichtigt. In Tabelle 8 ist der energetische Endverbrauch für die gesamte Industrie (ohne off-road Bereich⁴) angegeben.

Peak 2030

Der energetische Endverbrauch der Industrie nimmt aufgrund des hinterlegten Wirtschaftswachstums von durchschnittlich 1,5 % p.a. bis zum Jahr 2030 um 5,2 PJ im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 zu. Bis 2050 sinkt der Verbrauch um 42 PJ. Der Einsatz von Biomasse, Strom und Wärme steigt, während der Einsatz aller anderen Energieträger stark sinkt.

⁴ wird im Sektor Verkehr berechnet

1.4.2 Energetischer Endverbrauch – Gebäude (Haushalte und Dienstleistungen)

Die Maßnahmenwirkung im Bereich Gebäude dient in erster Linie der Substitution von fossilen Energieträgern in den Sektoren Privathaushalte und Dienstleistungen.

Rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für „schlüsselfertige“ und „kostengünstige“, qualitätsgesicherte, umfassende thermisch-energetische Standardsanierungen mit erneuerbaren Energieträgern (EET) und Sanierungssupport nach sozialen Kriterien werden geschaffen. Ebenso werden rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für thermische Smart Grids mit EET, insbesondere von thermischen Mikronetzen mit hocheffizienten, stromnachfragegeführten Mikro-KWKs mit EET geschaffen.

Annahmen Gebäude

Eine CO₂-Abgabe stellt einen umsichtigen Umgang von fossilen Ressourcen im Sinne des Ziels eines nachhaltigen Energiesystems bis 2050 sicher. Ein jährlich steigender Klimateffizienzfaktor von 2020 bis 2050 wird im Rahmen der Grundsteuer festgelegt und ist progressiv abhängig von der CO₂-Kennzahl im Energieausweis (Annahme der höchsten Klasse, wenn kein Energieausweis vorgelegt wird) für Hauptwohnsitze sowie für Nebenwohnsitze und Betriebsstätten mit mehr als 75 % Anwesenheitstagen von Personen im Jahr.

Generell wird mehr Solarthermie und Geothermie für die Bereitstellung von Raumwärme & Warmwasser genutzt. In ländlichen Gebieten wird deutlich mehr feste Biomasse statt Öl und Gas eingesetzt; Naturgas wird in ländlichen Regionen zum Teil durch gasförmige Biomasse substituiert. Primär in urbanen Räumen werden Umgebungswärme, Abwärme und Niedertemperatur-Geothermie mittels Wärmepumpe stärker genutzt.

Die Potenziale stehen technisch und nachhaltig zur Verfügung und sind in Österreich ausreichend räumlich verteilt. Der erhöhte Strombedarf basiert zu 100 % auf Erneuerbarer Energie. Der zusätzliche Fernwärmebedarf wird zu 100 % mit Erneuerbaren gedeckt.

Für die Berechnung wurden die Verschiebungen des Endenergieeinsatzes durch Änderung der Jahreswirkungsgrade bei einem Energieträger-Wechsel berücksichtigt.

Berechnungs- parameter

Die Umgebungswärme der Privathaushalte und im Dienstleistungssektor beinhaltet nur Wärme von Wärmepumpen und thermischen Solaranlagen aber keinen Strom.

Der Strom für Wärmepumpen ist im energetischen Endverbrauch Strom enthalten. Die durch zusätzliche Substitutionen im Szenario erneuerbare Energie bedingte Änderung des „induzierten“ Strombedarfs von Heizanlagen (Betriebsstrom) wurde geprüft. Die wachsende Zahl an Klimaanlage bis 2050 wurde im Strombedarf des Szenarios WAM plus berücksichtigt.

Der Mehrbedarf an Strom für zusätzliche Wärmepumpen und ein teilweise etwas höherer Strombedarf bei der Substitution durch andere Technologien für erneuerbare Energieträger (Pellets, Energiehackgut) bei gleicher Wärmeleistung wird jedoch durch den deutlich sinkenden Heizwärmebedarf des Gebäudebestandes im Szenario WAM plus sowie durch die Jahresnutzungsgrad-Verbesserungen bei der zusätzlichen Substitution von Öl und Gas im Szenario erneuerbare Energie abgeschwächt bzw. möglicherweise sogar überkompensiert.

Es wurde bei den Gebäuden eine Jahresarbeitszahl von 3,5 für Anlagen im Bestand und von 3,75 bei der Substitution mit Wärmepumpen angesetzt. Es wird von einem großen Anteil an Außenluft-Wärmepumpen ausgegangen.

Ergebnis Gebäude Für Gebäude ergibt sich eine Reduktion des energetischen Endverbrauchs im Jahr 2030 um 114 PJ gegenüber dem Bilanzjahr 2010, im Jahr 2050 von 212 PJ. Der Einsatz an fossilen Brennstoffen nimmt bis 2030 um 83 PJ und bis 2050 um 146 PJ ab, jener von Biomasse um 19 PJ bzw. 37 PJ. Der Strombedarf sinkt bis 2030 um 22 PJ und bis 2050 um 35 PJ. Bei Wärme (Umgebungswärme, Solarthermie und Fernwärme) ist als einzigem Energieträger ein Zuwachs von 10 PJ im Jahr 2030 und von 6,0 PJ im Jahr 2050 ausgewiesen.

*Tabelle 9:
Energetischer
Endverbrauch der
Gebäude in Energie-
trägern im Szenario
erneuerbare Energie
(Quellen: STATISTIK
AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).*

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2030	2050
in PJ			
Kohle	2,5	0,1	0,0
Öl (ohne Off-road)	66,3	18,3	0,4
Gas	87,2	55,1	10,2
Biomasse	74,0	54,7	37,3
Strom	108,8	86,7	73,4
Wärme	78,8	89,0	84,8
energetischer Endverbrauch Gebäude	417,6	303,9	206,0

1.4.3 Energetischer Endverbrauch – Verkehr

**Annahmen
Verkehr**

Der Verkauf von konventionell betriebenen PKW wird stark eingeschränkt und geht gegen Null. Die Fahrzeuge bleiben bis zum Ende der Lebensdauer in der österreichischen Flotte. Der höchste Altbestand ist bei Zweirädern zu erwarten. Für die Antriebseffizienz: bei reinen Elektrofahrzeugen wurde der gemittelte Faktor (aus Literatur/Datenbanken) von 3,6 angenommen; bei Wasserstoff (H₂) liegt der Faktor wegen der Brennstoffzellen-Wirkungsgrade bei 3,2.

Die Ausfallswahrscheinlichkeiten für Fahrzeuge wurde aus dem Emissionsmodell NEMO (IVT 2015) entnommen.

Es wird angenommen, dass im Jahr 2030 für Fahrzeuge mit Brennstoffzellen (FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle) noch kein ausreichend dichtes Tankstellennetz vorhanden sein wird. Daher sind die Anteile am Modal Split in diesem Jahr noch gering. Bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF) mit Ausnahme von Linienbussen erfolgt bis 2050 bei großen Fahrtweiten und hohem Gewicht die Umstellung auf FCEV.

Bei Linienbussen entwickelt sich bis 2030 und 2050 ein hoher Anteil von Batteriebussen aufgrund der hohen Zahl an Lademöglichkeiten auf der Strecke (bspw. Endhaltestellen einer Linie).

Im Jahr 2030 steht gleichviel Biomasse zur Verfügung wie Im Jahr 2050.

Bei den Verdichterstationen erfolgt schon bis 2030 eine Teilelektrifizierung von 90 % der Anlagen.

Ergebnis Verkehr

Der energetische Endverbrauch ist im Jahr 2030 im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 um 115 PJ und im Jahr 2050 um 244 PJ niedriger. Hauptenergieträger im Jahr 2050 werden Biogene Brenn- und Treibstoffe, dicht gefolgt von Strom. Der verbleibende fossile Energieträger ist Kerosin, der im internationalen Flugverkehr eingesetzt wird. Wasserstoff ist mit 21 PJ ebenfalls schon stark vertreten.

Die Abnahme im Gasverbrauch liegt nicht an einem Rückgang von Gas-Pkw sondern ist hauptsächlich durch die Teilelektrifizierung der Verdichterstationen begründet. Der Verbrauch der Energieträger ist in Tabelle 10 aufgelistet.

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
Kohle	0,0	0,0	0,0
Öl (inkl. Off-road)	351,0	194,2	29,4
Gas	6,0	0,7	0,5
Biomasse	21,8	49,6	49,6
Wasserstoff	0,0	1,0	21,2
Strom	12,5	30,8	46,5
energetischer Endverbrauch Verkehr	391,3	276,2	147,2

*Tabelle 10:
Energetischer
Endverbrauch
des Verkehrs nach
Energieträgern im
Szenario erneuerbare
Energie
(Quellen: STATISTIK
AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).*

1.4.4 Energieaufbringung

Für die Energieaufbringung wurde im Szenario WAM plus bis zum Jahr 2050 schon eine weitgehende Dekarbonisierung ausgewiesen. Im Szenario erneuerbare Energie wurden die Maßnahmen, die dazu führen, zum Teil bereits für das Jahr 2030 angenommen. Auch wurden die Potentiale an erneuerbaren Energieträgern stärker ausgenutzt, da die Strom- und Wasserstoffnachfrage deutlich höher als im Szenario WAM plus ist.

Die höhere inländische Stromaufbringung wird durch erneuerbare Energieträger gedeckt. Die Stromexporte wurden in ähnlicher Größenordnung zum Szenario WAM plus gewählt.

Im Jahr 2030 werden zwei Drittel der Erdgasfernwärme durch Biomasse, Solarthermie und Großwärmepumpen ersetzt.

Bereits im Jahr 2030 kommt es zu einer Reduktion des Abfallaufkommens und damit der Abfallverbrennung.

Ausgelöst durch die geringere Nachfrage nach fossilen Treibstoffen wird Produktion der Raffinerie 2030 um ein Drittel verringert.

Die Erdöl- und Erdgasförderungen (inkl. diffusen Emissionen) wurden aus dem Szenario WAM plus übernommen.

Schon im Jahr 2030 findet der Großteil der fossilen Stromerzeugung in Unternehmen mit Eigenanlagen statt (v. a. Eisen- und Stahlindustrie, Mineralölindustrie). Im Jahr 2050 sind dann nur noch vergleichsweise wenige Erdgaskessel und die Abfallverbrennungsanlagen übrig.

Für Biomasse wird ein Zuwachs von 7,9 PJ im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 angenommen. Die Erzeugung aus Wasserkraft steigt bis 2030 um 16 PJ bzw. 25 PJ bis 2050, jene aus Windkraft um 55 PJ bzw. 68 PJ und die Erzeugung aus Photovoltaik um 53 PJ bzw. 84 PJ.

Insgesamt steigt die Stromerzeugung bis 2030 um 70 PJ, bis 2050 um 110 PJ. Ab dem Jahr 2020 überwiegt die inländische Erzeugung den inländischen Bedarf, sodass keine Nettostromimporte mehr notwendig sind (Tabelle 11).

Annahmen Energieaufbringung

Ergebnis Stromerzeugung

Für eine Gegenüberstellung der Potenziale und der eingesetzten Mengen siehe auch Tabelle 7.

Tabelle 11:
Stromerzeugung im
Szenario erneuerbare
Energie.
(Quellen: STATISTIK
AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).

	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
Kohle	17,7	0,2	0,0
Kohlegase	6,4	3,3	0,0
Öl	4,6	2,7	0,0
Erdgas	51,7	10,5	3,6
Abfall	2,2	3,8	3,6
Wasserkraft	138,1	153,8	163,0
Biomasse	16,1	24,0	17,5
Geothermie	0,0	0,0	0,0
Photovoltaik	0,3	53,4	84,8
Wind	7,5	62,7	75,9
Stromerzeugung	244,6	314,4	354,4
Nettostromimporte*	8,4	-50,9	-71,0

* 2030 und 2050 gibt es Nettostromexporte.

**Ergebnis
Fernwärme-
erzeugung**

Da bei Fernwärme weder von Import noch von Export ausgegangen wird, passt sich die Fernwärmeerzeugung an die Nachfrage an. Dementsprechend steigt die Aufbringung bis 2030 um 2,8 PJ und sinkt bis 2050 um 14,6 PJ.

Die Fernwärmeaufbringung bleibt im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 bei den Unternehmen mit Eigenanlagen bis zum Jahr 2030 näherungsweise konstant (6,3 PJ und sinkt bis 2050 auf 5,5 PJ). Die Produktion aus Kohle und Öl endet nach 2030, jene aus Erdgas schrumpft auf 0,9 PJ im Jahr 2050. Die Erzeugung aus Biomasse steigt im Vergleich zu 2010 bis 2030 um 24 PJ und um 18 PJ bis 2050, jene aus Geothermie, Wärmepumpen und Solarthermie um 9,0 PJ bzw. 8,0 PJ. Fernwärme aus Abfall steigt bis 2030 um 4,1 PJ und bleibt bis 2050 auf diesem Niveau (Tabelle 12).

Tabelle 12:
Fernwärmeerzeugung
nach Energieträgern im
Szenario erneuerbare
Energie
(Quellen: STATISTIK
AUSTRIA 2013,
Umweltbundesamt).

	Bilanzjahr 2010	2030	2050
	in PJ		
Unternehmen mit Eigenanlagen	6,4		
Kohle	2,6	0,4	0,0
Öl	5,4	1,5	0,0
Erdgas	30,8	9,2	0,9
Abfall	3,9	8,0	8,0
Biomasse	35,2	59,0	52,7
Geothermie/Großwärmepumpen		8,7	6,9
Solarwärme	0,5	0,8	1,6
Fernwärmeproduktion	84,7	87,5	70,1

1.4.5 CO₂-Intensität der Nettostromimporte

Durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger werden nicht nur in Österreich Emissionen verringert, sondern auch im Ausland. Um diese Einsparung grob abzuschätzen, wurden die Nettostromimporte der Jahre 2000 bis 2014 der Energiebilanzen 1970-2014 (STATISTIK AUSTRIA 2015) und die Jahre 2030 und 2050 des Szenarios WEM mit dem ENTSO-E CO₂-Faktor (E-CONTROL 2015) multipliziert. Für das Szenario erneuerbare Energie fallen keine Nettostromimporte an.

Eine genauere Bewertung anhand der physischen Strombewegungen war leider nicht möglich, da nicht ausgewiesen wird, welche Art von Strom im- bzw. exportiert wird. Auch von der Leipziger Strombörse, an der der Großteil der österreichischen Strommarktbelegungen abgewickelt wird, ist kein Emissionsfaktor verfügbar.

Für die Jahre 2000 bis 2004 waren keine Werte des ENTSO-E Faktors verfügbar. Daher wurde der Wert von 2005 übernommen. Da sich der Faktor bis 2008 nur gering ändert, dürfte der Fehler gering sein.

In den Jahren 2006 und 2007 ergibt sich eine Menge von über 3 Mio. t CO₂. Der höchste Wert wird für das Jahr 2011 mit 3,38 Mio. t CO₂ errechnet. Im Jahr 2014 liegen die Nettostromimporte zwar um 13 % höher als im Jahr 2011, der CO₂-Faktor ist allerdings um 18 % geringer.

Jahr	Nettostromimporte		ENTSO-E Faktor t CO ₂ /GWh	CO ₂ -Emissionen der Nettostromimporte t CO ₂
	TJ	GWh		
2000	-4.925	-1.368	448,95	0
2001	771	214	448,95	96.176
2002	2.515	699	448,95	313.637
2003	20.209	5.614	448,95	2.520.266
2004	11.089	3.080	448,95	1.382.901
2005	9.595	2.665	448,95	1.196.617
2006	24.661	6.850	446,43	3.058.146
2007	23.827	6.619	455,84	3.017.074
2008	17.504	4.862	445,31	2.165.195
2009	2.809	780	431,81	336.892
2010	8.391	2.331	413,64	964.130
2011	29.502	8.195	412,81	3.382.921
2012	10.112	2.809	387,57	1.088.668
2013	26.176	7.271	363,28	2.641.403
2014	33.389	9.275	340,26	3.155.813

Tabelle 13:
CO₂-Intensität der
Nettostromimporte
der Energiebilanzen
der Jahre 2000 bis 2014
(Quelle: STATISTIK
AUSTRIA 2015).

Für das Szenario WEM wurden die ENTSO-E Faktoren der Jahre 2007 und 2014 verwendet, um die Bandbreite der Emissionen unter Verwendung historischer Faktoren zu zeigen. Für das Jahr 2030 wurden Emissionen zwischen 3,2 und 4,3 Mio. t CO₂ errechnet, für 2050 zwischen 5,3 und 7,1 Mio. t CO₂

Nettostromexporte (wie im Szenario erneuerbare Energie) wurden nicht mit einem CO₂-Faktor bewertet.

*Tabelle 14:
CO₂-Intensität der
Nettostromimporte des
Szenarios WEM und des
Szenarios erneuerbare
Energie
(Quelle:
Umweltbundesamt).*

Jahr	Szenario	Nettostromimporte		ENTSO-E Faktor	CO ₂ -Emissionen der Nettostromimporte
		TJ	GWh	t CO ₂ /GWh	t CO ₂
2030	WEM	33.949	9.430	340,26	3.208.702
				455,84	4.298.638
	erneuerbare Energie	-50.901	-14.139		0
2050	WEM	56.274	15.632	340,26	5.318.876
				455,84	7.125.599
	erneuerbare Energie	-71.000	-19.722		0

1.4.6 THG-Emissionen

**weitgehende
Dekarbonisierung
erreicht**

Die Treibhausgasemissionen sinken im Szenario erneuerbare Energie im Jahr 2030 um 50 % gegenüber 2005, im Jahr 2050 um 78 %. Die nicht-energetischen Emissionen sinken um 25 % bzw. 41 %. Die energetischen Emissionen, welche jenen aus der Verbrennung fossiler Rohstoffe entsprechen, sinken bis 2030 um 60 % und bis 2050 um 92 %. Die avisierte Dekarbonisierung wird somit weitgehend erreicht.

*Tabelle 15:
THG-Emissionen nach
Sektoreinteilung des
CRF Formats für die
Österreichische
Luftschadstoffinventur
(Jahr 2005) und das
Szenario erneuerbare
Energie für die Jahre
2030 und 2050
(in Mio. t CO₂-
Äquivalent)
(Quelle:
UMWELTBUNDEAMT 2015 b).*

in Mt CO ₂ -eq		Inventur	Szenario erneuerbare Energie	
CRF	Sektoren	2005	2030	2050
1A1	Energieaufbringung	16,4	5,5	1,3
1A2	Produzierende Industrie	11,8	7,5	3,2
1A3	Verkehr	24,9	9,5	0,1
1A4	Kleinverbraucher	13,7	5,4	0,7
1A5	Militär	0	0,1	0,1
1B	Flüchtige Emissionen	0,5	0,6	0,6
2	Prozessemissionen	15,6	10,9	7,1
3	Landwirtschaft	6,9	6,9	6,7
5	Abfall	2,6	0,8	0,6
SUMME		92,5	47,2	20,3

2 LITERATURVERZEICHNIS

- E-CONTROL (2016): Stromkennzeichnungsbericht. www.e-control.at
- EEÖ – Erneuerbare Energie Österreich (2015): Energiewende 2013- 2030 – 2050.
- IVT – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (2015): Hausberger, S. & Schwingshackl, M.: Monitoring Mechanism 2015 und Szenario WAM plus – Verkehr. Graz.
- ÖBV – Österreichischer Biomasseverband (2015): Bioenergie 2030. Wien, 2015. <http://www.biomasseverband.at/publikationen/broschueren/>
- STATISTIK AUSTRIA (2013): Energiebilanzen 1970–2012. Statistik Austria, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2014): Nutzenergieanalyse 1970–2013. Statistik Austria, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2015): Energiebilanzen 1970–2014. Statistik Austria, Wien.
- STREICHER et al. (2010): Streicher, W.; Schnitzer, H.; Titz, M. et al.: Energieautarkie für Österreich 2050. im Rahmen von Energie der Zukunft des klima und energiefonds.
- UMWELTBUNDESAMT (2015a): Krutzler, T.; Kellner, M.; Gallauner, T. et al.: Szenarien im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050. Reports, Bd. REP-0534. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015b): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Gössl, M. et al.: GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0527. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015c): Krutzler, T.; Kellner, M.; Heller, C. et al.: Industrieszenarien 2050. Reports, Bd. REP-0531. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015d): Krutzler, T.; Kellner, M.; Gallauner, T. et al.: Szenarien im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050: Szenario WAM plus. Reports, Bd. REP-0535. Umweltbundesamt, Wien.
- ZEFÖ (2011): Christian, Re.; Feichtiger, R.; Christian Ru. et al.: Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich. BMVIT, Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

- Emissionshandelsrichtlinie (RL 2009/29/EG): Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. ABl. Nr. L 140.
- Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RL 2009/28/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. ABl. Nr. L 140.
- EUCO 169/14: Schlussfolgerungen des Europäischen Rats vom 23./24. Oktober 2014.
- KOM(2011) 112: Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050.
- KOM(2011) 885: Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Energiefahrplan 2050.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Das Umweltbundesamt hat ein „Szenario erneuerbare Energie“ erarbeitet, mit dem eine weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems bis 2050 erreicht wird. Für alle energierelevanten Sektoren wurden Annahmen getroffen, die zu einer Erhöhung der Effizienz oder zu einer Substitution fossiler Energieträger führen. Voraussetzung dafür sind strukturelle Änderungen und technologische Weiterentwicklungen. Das Szenario zeigt, dass die Treibhausgas-Emissionen aus dem Einsatz fossiler Energieträger bis 2030 um 60 % und bis 2050 um 90 % (gegenüber 2005) reduziert werden können, der Energieverbrauch bis 2030 um 20 % (vergl. mit 2010). Der Anteil erneuerbarer Energieträger steigt bis 2030 auf 61 %, bis 2050 auf 91 %.

Das „Szenario erneuerbare Energie“ wurde im Auftrag des Österreichischen Biomasseverbands, der IG Windkraft und Save Energy Austria erstellt.