



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH



AUSTRIAN ENERGY AGENCY



Energiewirtschaftliche Szenarien im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050

Szenario WAM plus – Synthesebericht 2015

ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE SZENARIEN IM HINBLICK AUF DIE KLIMAZIELE 2030 UND 2050

Szenario WAM plus
Synthesebericht 2015

Thomas Krutzler, Michael Kellner, Christian Heller, Thomas Gallauner,
Gudrun Stranner, Herbert Wiesenberger, Alexander Storch,
Michael Gössl, Nikolaus Ibesich, Ralf Winter, Ilse Schindler,



REPORT
REP-0535

Wien 2015

Projektleitung

Thomas Krutzler

AutorInnen

Thomas Krutzler
Michael Kellner
Christian Heller
Thomas Gallauner
Gudrun Stranner
Herbert Wiesenberger
Alexander Storch
Michael Gössl
Nikolaus Ibesich
Ralf Winter
Ilse Schindler

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagbild

© Sean Gladwell – Fotolia.com

Diese Publikation wurde im Auftrag des BMLFUW erstellt.

Das Umweltbundesamt dankt dem WIFO für die Unterstützung mit wirtschaftlicher Expertise in diesem Projekt.

Das Umweltbundesamt bedankt sich bei den TeilnehmerInnen des Workshops zum Szenario WAM plus.

Synthesebericht unter Verwendung der Ergebnisse der Teilberichte:

- *IVT/TU Graz*: Monitoring Mechanism 2015 und Szenario WAM plus - Verkehr.
- *Energy Economics Group*: Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf der Kleinverbraucher.
- *Austrian Energy Agency*: Szenarien für Strom- und Fernwärmeaufbringung und Stromnachfrage im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050.
- *Umweltbundesamt*: Industrieszenarien im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050.

Die Teilberichte wurden mit finanzieller Unterstützung des Klima- und Energiefonds 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, 2015
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 978-3-99004-346-2

INHALT

	ZUSAMMENFASSUNG	5
1	EINLEITUNG	12
1.1	Ziel und Struktur des Projektes	12
1.2	Allgemeine Annahmen	13
1.3	Verwendete Modelle und exogene Berechnungen	13
2	SZENARIO WAM PLUS	14
2.1	Storylines	14
2.1.1	Allgemeine Rahmenbedingungen	14
2.1.2	Sektor Verkehr	16
2.1.3	Sektor Gebäude	21
2.1.4	Sektor Energieaufbringung	24
2.1.5	Sektor Industrie	26
2.2	Maßnahmen	28
2.3	Ergebnisse – Gesamtdarstellung	34
2.3.1	Bruttoinlandsverbrauch	34
2.3.2	Energetischer Endverbrauch – Gesamtverbrauch	35
2.3.3	Nichtenergetischer Verbrauch, Verbrauch des Sektors Energie, Transportverluste	37
2.3.4	Anteil erneuerbarer Energieträger	38
2.4	Ergebnisse – Einzeldarstellungen	38
2.4.1	Energetischer Endverbrauch – Industrie	38
2.4.2	Energetischer Endverbrauch – Haushalte und Dienstleistungen	40
2.4.3	Energetischer Endverbrauch – Verkehr	42
2.4.4	Energetischer Endverbrauch – Landwirtschaft	44
2.4.5	Gesamtstromverbrauch	44
2.4.6	Stromaufbringung	46
2.4.7	Fernwärmenachfrage und -aufbringung	47
2.4.8	Umwandlungseinsatz	49
2.4.9	Eisen und Stahl	50
2.4.10	Industrielle Eigenstromerzeuger	52
2.4.11	Elektromobilität	52
2.4.12	Transport in Rohrfernleitungen	52
3	SZENARIENVERGLEICH	54
3.1	Ergebnisse – Gesamtdarstellung	54
3.1.1	Bruttoinlandsverbrauch	54
3.1.2	Energetischer Endverbrauch – Gesamtverbrauch	57
3.1.3	Anteil erneuerbarer Energieträger	60

3.2	Ergebnisse – Einzeldarstellungen	61
3.2.1	Energetischer Endverbrauch – Industrie.....	61
3.2.2	Energetischer Endverbrauch – Haushalte	62
3.2.3	Energetischer Endverbrauch – Dienstleistungen.....	63
3.2.4	Energetischer Endverbrauch – Verkehr	63
3.2.5	Gesamtstromverbrauch.....	64
3.2.6	Fernwärmefachfrage	65
4	LITERATURVERZEICHNIS	66

ZUSAMMENFASSUNG

Aufbauend auf den energiewirtschaftlichen Inputdaten und Szenarien zum Monitoring Mechanism 2015 wurde im identen Konsortium (AEA, EEG/TU Wien, IVT/TU Graz und Umweltbundesamt) ein weiteres Szenario berechnet, das bis zum Jahr 2020 weitestgehend die gleichen Annahmen¹ wie das Szenario WAM (with additional measures) umfasst (UMWELTBUNDESAMT 2015a).

**Energieszenario
WAM plus bis 2050**

Ab dem Jahr 2021 wurden über das Szenario WAM hinausgehende Maßnahmen abgebildet und deren Wirkung auf Energienachfrage und -aufbringung analysiert. Während die Auswahl der Maßnahmen für das Szenario WAM durch die Richtlinien des Monitoring Mechanisms eingeschränkt ist, liegt der Fokus beim Szenario WAM plus auf ambitionierten Maßnahmen, die nach 2020 wirksam sind und im Hinblick auf die Klimaziele 2030 und 2050 gesetzt werden. Das Ziel des Szenarios WAM plus ist nicht die Abbildung der Ziele der EU-Roadmap, aber sehr wohl eine Darstellung einer Trendwende. Zu diesem Zweck wurde für jeden Sektor eine kohärente Storyline formuliert, die mit jenen der anderen Sektoren konsistent ist und von allgemeinen Rahmenbedingungen ergänzt wird. Die Eckpunkte der Storylines sind folgende:

**neue Maßnahmen ab
2021**

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 Energiebesteuerungs-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),

¹ In Einzelfällen kam es zu modellbedingten Anpassungen vor 2021.

- 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).

wichtigste Maßnahmen

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-Fahrleistung² 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.

Zur Darstellung des österreichischen energetischen Endverbrauchs (EEV) einzelner Sektoren wurden die relevanten Modellergebnisse herangezogen. In Tabelle A ist der energetische Endverbrauch einzelner Sektoren für die Szenarien WAM und WAM plus dargestellt, die Abbildungen A zeigt den Vergleich des Szenarios WAM plus mit den Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre, Abbildung B den Verlauf aller Szenarien inklusive Sensitivitätsanalysen.

² Motorisierter Individualverkehr, v. a. mit Pkw

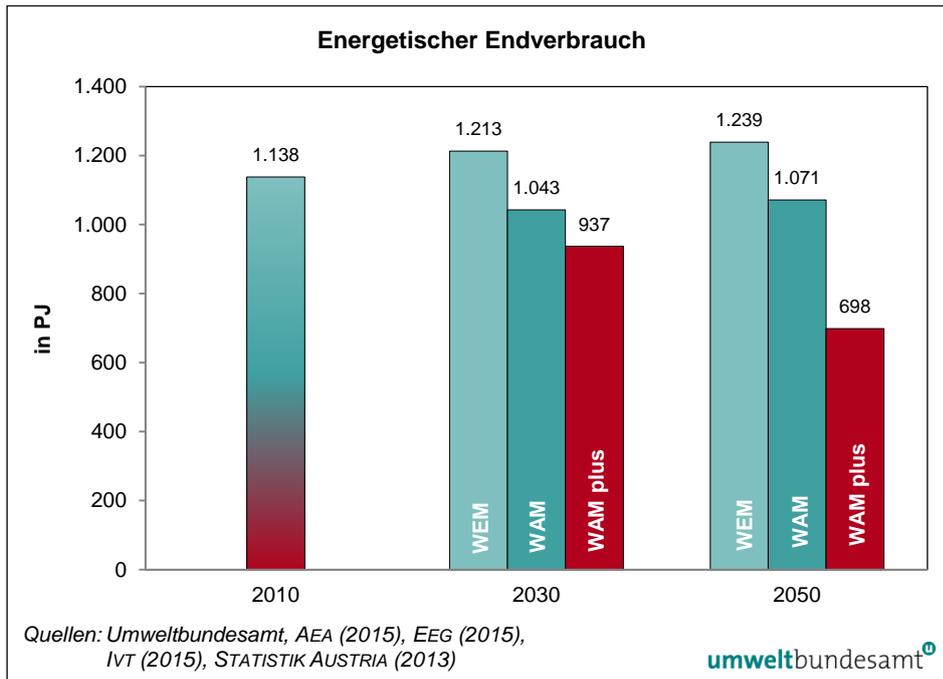


Abbildung A:
Energetischer
Endverbrauch in den
Szenarien WEM, WAM
und WAM plus.

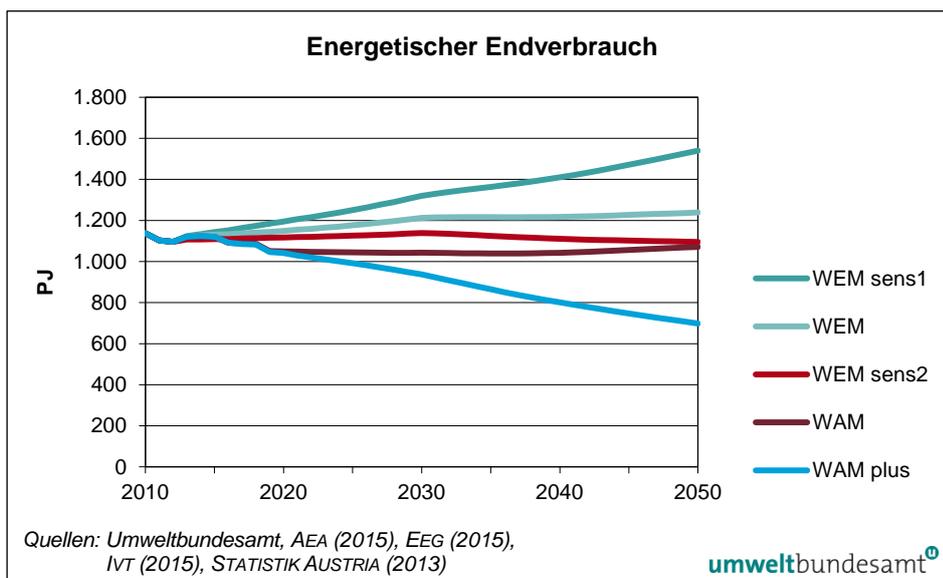


Abbildung B:
Energetischer
Endverbrauch in den
Sensitivitätsszenarien
und den Szenarien
WEM, WAM und
WAM plus.

Im Vergleich zum Szenario WAM ist der energetische Endverbrauch im Szenario WAM plus im Sektor Verkehr im Jahr 2050 um 124 PJ niedriger, im Sektor Gebäude (Haushalte und Dienstleistungen) um 76 PJ, im Sektor Industrie um 171 PJ.

Vergleich Szenario WAM und WAM plus 2050

Im Vergleich aller Szenarien inklusive Sensitivitätsanalysen zeigt sich, dass der energetische Endverbrauch mit einem Wirtschaftswachstum von 2,5 % p. a. stetig nach oben wächst (WEM sens1) während die Maßnahmen im Szenario WAM im Jahr 2050 in etwa die gleiche langfristige Wirkung wie ein Wirtschaftswachstum von 0,8 % p. a. (WEM sens2) zeigen. Von 2020 bis 2050 liegt das Szenario WAM unter dem Szenario WEM sens2, die größte Differenz tritt mit 96 PJ im Jahr 2030 auf. Im Szenario WEM sens2 werden die 2020 Ziele ebenso wenig erreicht wie die erwarteten 2030 Ziele.

Sensitivitäts- analysen

Vergleich Szenario WAM und WAM plus 2020 und 2030

Im Jahr 2020 ist der Unterschied zwischen den Szenarien nur gering, da nur ausgewählte Maßnahmen (Elektrifizierung der Verdichterstationen, verstärkte Effizienzsteigerung der Industrie) bereits vor 2020 eine Wirkung zeigen. Der energetische Endverbrauch ist im Szenario WAM plus im Vergleich zum Szenario WAM in den Sektoren Verkehr und Industrie um ca. 4 PJ niedriger, in den anderen Sektoren ergibt sich kein Unterschied.

Im Jahr 2030 ist die Differenz im EEV zwischen den Szenarien bei Verkehr und Industrie schon bedeutend größer, im Sektor Gebäude dauert einerseits das Einsetzen der Maßnahmenwirkung etwas länger, andererseits werden schon in den Szenarien WEM und WAM Maßnahmen implementiert (Sanierung, Heizungstausch), die zu einer deutlichen Reduktionen im Energieverbrauch führen (WAM: – 106 PJ ggü. 2010). Der energetische Endverbrauch im Szenario WAM plus ist im Vergleich zum Szenario WAM im Sektor Verkehr um 38 PJ niedriger, im Sektor Industrie um 59 PJ, im Sektor Gebäude (Haushalte und Dienstleistungen) um 8,0 PJ und im Sektor Landwirtschaft um 0,6 PJ.

Tabelle A: Energetischer Endverbrauch gesamt und nach Sektoren für die Szenarien WAM, WAM plus und die Energiebilanz 1970–2012 für ausgewählte Jahre (auf ganze Zahlen gerundet).

Quellen: STATISTIK AUSTRIA (2013), Umweltbundesamt

Sektoren	Bilanzjahr	Szenario WAM plus					Szenario WAM				
		in PJ									
	2010	2015	2020	2030	2040	2050	2015	2020	2030	2040	2050
Verkehr	391	410	347	299	247	208	410	351	337	332	332
Industrie	315	317	325	322	296	271	315	328	381	403	443
Haushalte	287	252	236	202	167	142	252	236	205	192	182
Dienstleistungen	131	129	122	102	80	66	129	122	107	103	101
Landwirtschaft	14	13	13	12	12	11	13	13	12	13	14
energetischer Endverbrauch	1.138	1.121	1.042	937	801	698	1.120	1.050	1.043	1.043	1.071

Stromverbrauch

Der energetische Endverbrauch von Strom ist im Szenario WAM plus im Vergleich zum Szenario WAM im Jahr 2050 um 126 PJ geringer. Der Gesamtstromverbrauch setzt sich aus dem energetischen Endverbrauch, dem Verbrauch des Sektors Energie und den Transportverlusten zusammen. Im Vergleich zum Szenario WAM ist der Gesamtverbrauch im Szenario WAM plus im Jahr 2050 um 136 PJ geringer.

Im Szenario WAM plus steigt die Differenz zwischen Gesamtverbrauch und Endverbrauch von 34 PJ im Jahr 2010 auf 49 PJ im Jahr 2050, da Nettostromimporte zunehmend durch Nettostromexporte ersetzt werden. Dadurch steigen sowohl der Verbrauch des Sektors Energie als auch die Transportverluste und erhöhen so den Gesamtverbrauch.

Tabelle B: Stromverbrauch gesamt und energetischer Endverbrauch für die Szenarien WAM, WAM plus und die Energiebilanz 1970–2012 für ausgewählte Jahre (auf ganze Zahlen gerundet). Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt.

	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
	in PJ					
Gesamt						
WAM plus	258	253	250	256	262	260
WAM	258	251	251	292	342	396
Endverbrauch						
WAM plus	224	217	213	214	216	211
WAM	224	216	213	248	290	337

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 WAM auf 42,6 %. Im Szenario WAM plus erhöht sich der Anteil bis ins Jahr 2050 auf 66,6 %, während er im Szenario WAM 42,7 % beträgt (siehe Tabelle C, Abbildung C).

Anteil erneuerbarer Energieträger

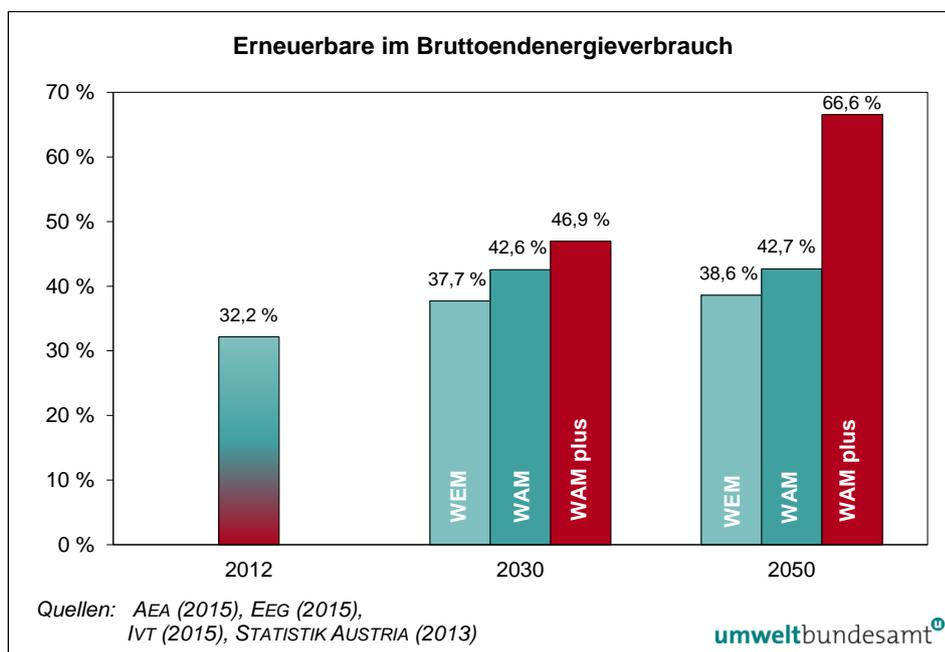


Abbildung C: Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch in den Szenarien WEM, WAM und WAM plus.

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.

Tabelle C: Anteil erneuerbarer Energieträger für die Szenarien WAM, WAM plus und die Energiebilanz 1970–2012 für ausgewählte Jahre. Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt.

	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
		in %				
Szenario WAM plus	30,8	32,7	38,7	46,9	56,5	66,6
Szenario WAM	30,8	32,9	38,5	42,6	43,1	42,7

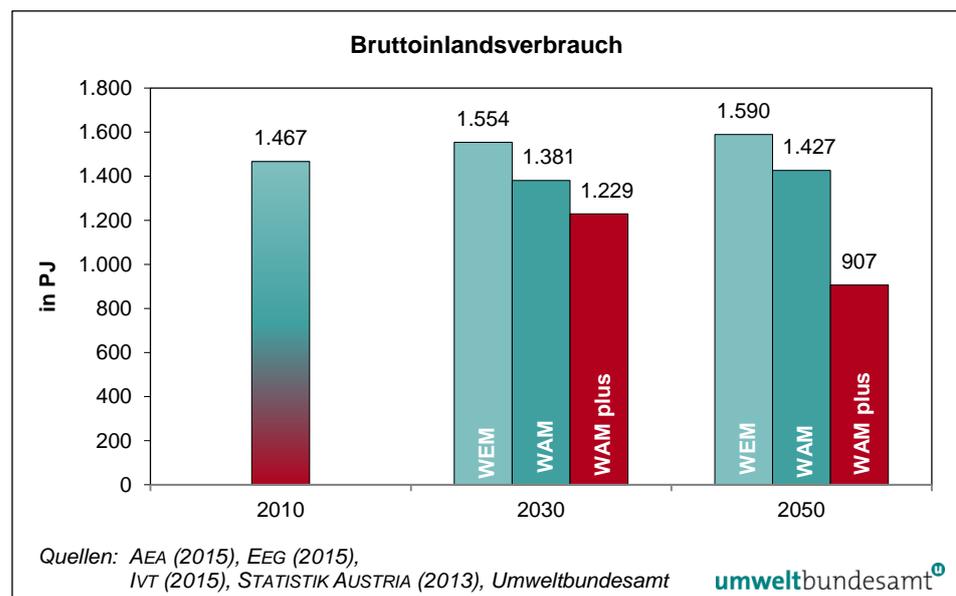
Bruttoinlandsverbrauch

Der Bruttoinlandsverbrauch ist im Szenario WAM plus im Vergleich mit dem Szenario WAM im Jahr 2050 um 520 PJ niedriger; der Einsatz von fossilen Brennstoffen ist um 443 PJ geringer, dagegen steigt der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern um 10 PJ. Nettostromimporten von 26 PJ im Szenario WAM stehen 60 PJ Nettostromexport im Szenario WAM plus gegenüber. Die Ergebnisse sind in Tabelle D dargestellt.

Tabelle D: Bruttoinlandsverbrauch für ausgewählte Jahre in den Szenarien WAM, WAM plus und der Energiebilanz 1970–2012 (auf ganze Zahlen gerundet). Quellen: STATISTIK AUSTRIA (2013), Umweltbundesamt.

Energieträger	Bilanzjahr	Szenario WAM plus					Szenario WAM				
		2010	2015	2020	2030	2040	2050	2015	2020	2030	2040
		in PJ									
Kohle	143	127	110	76	57	48	125	120	103	101	101
Öl	549	540	466	384	287	219	543	477	442	420	402
Gas	344	305	292	263	196	128	307	298	297	329	326
Erneuerbare	395	417	462	507	522	537	417	462	508	522	527
Abfall	28	30	32	32	29	25	29	32	34	34	35
Wasserstoff	–	–	–	–	1	9	–	–	–	1	9
Nettostromimporte/-exporte	8	21	–9	–33	–50	–60	20	–9	–4	–12	26
Bruttoinlandsverbrauch	1.467	1.438	1.352	1.229	1.042	907	1.441	1.379	1.381	1.396	1.427

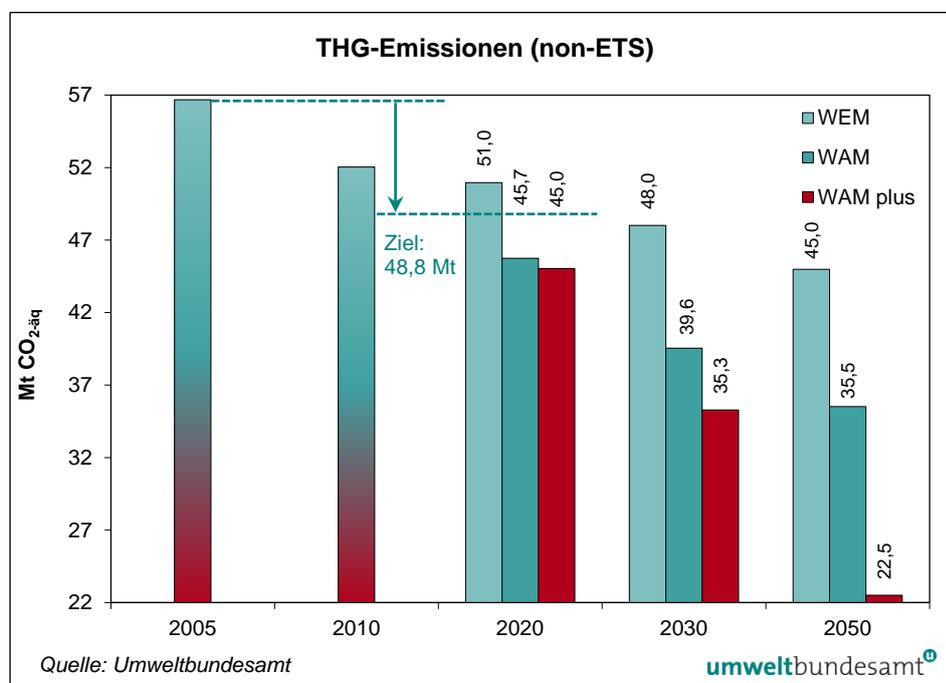
Abbildung D: Bruttoinlandsverbrauch in den Szenarien WEM, WAM und WAM plus.



Der Bruttoinlandsverbrauch umfasst alle Energieträger und ist daher maßgeblich für die Treibhausgasemissionen. Diese werden in den Emissionshandel und den Effort-Sharing-Bereich (non-ETS) unterteilt. Der Emissionshandel wird EU-weit gemäß der Emissionshandelsrichtlinie 2009/29/EG durchgeführt, daher gibt es auch nur EU-weite Ziele für diesen Bereich. Dagegen gibt es für den non-ETS Bereich verbindliche Ziele für die Mitgliedsstaaten für das Jahr 2020 (für Österreich –16 %). Gemäß den neuen Reporting Guidelines der Europäischen Kommission liegt das österreichische Ziel für 2020 bei 48,8 Mt CO₂-äq (früher 47,9 Mt CO₂-äq).

Das EU-Ziel für das Jahr 2030 liegt bei –40 %⁴.

Die Treibhausgasemissionen im non-ETS Bereich zeigen im Szenario WAM plus bis 2030 eine Reduktion von 38 % gegenüber 2005. Bis 2050 ergeben sich Reduktionen von 21 % im Szenario WEM, 37 % im Szenario WAM und 60 % im Szenario WAM plus (siehe Abbildung E).



Treibhausgase

Abbildung E:
Treibhausgasemissionen
im non-ETS Bereich in
den Szenarien WEM,
WAM und WAM plus.

Die Ergebnisse von WAM plus zeigen, dass bis 2050 eine Stabilisierung und anschließende signifikante Verringerung des gesamten Energiebedarfs realisierbar ist. Damit verbunden sind deutliche Fortschritte bei der Energieeffizienz, bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger, Entwicklung grundlegend neuer Technologien und vor allem ein nachhaltigeres Wirtschaftssystem der Gesellschaft.

Die in WAM plus implementierten Maßnahmen sind als eine beispielhafte Auswahl zu verstehen, welche Umfang und Effekt möglicher „alternativer“ Maßnahmenpakete bis 2030 und 2050 verdeutlicht.

Conclusio

⁴ Laut Treffen des Europäischen Rates im Oktober 2014

1 EINLEITUNG

Zur Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen des Monitoring Mechanisms (VO Nr. 525/2013/EG) müssen eine Projektion der Wirtschaftsentwicklung, des Energieverbrauchs und Treibhausgasemissionen sowie die Maßnahmen zur Minderung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen von Österreich an die Europäische Kommission übermittelt werden. Da ein wesentlicher Teil dieser Emissionen direkt auf die Art und Menge der eingesetzten Energie zurückgeführt werden kann, sind zur Erstellung der Emissionsszenarien energiewirtschaftliche Inputdaten notwendig. Die vorliegenden Energieszenarien dienen auch als Grundlage für die Diskussion über die nationale Klimaschutzpolitik (Klimaschutzgesetz 2020) und für die Zielverhandlungen für das Jahr 2030 im Hinblick auf 2050.

Die Szenarien WEM (with existing measures) und WAM (with additional measures) wurden am 15. März 2015 an die Kommission übermittelt (UMWELTBUNDESAMT 2015a, b). Aufbauend auf diesen Szenarien wurde ein Szenario WAM plus modelliert.

Das Szenario WAM plus ist eine erste weitergehende Gesamtanalyse für 2050.

1.1 Ziel und Struktur des Projektes

berechnetes Szenario

Beim Szenario WAM plus handelt es sich nicht um ein alternatives Szenario WAM. Während die Auswahl der Maßnahmen für das Szenario WAM (with additional measures) durch die Richtlinien des Monitoring Mechanisms eingeschränkt ist, liegt der Fokus beim Szenario WAM plus auf ambitionierten Maßnahmen, die nach 2020 mindestens bis zum Jahr 2050 wirksam sind und im Hinblick auf längerfristige Ziele gesetzt werden. Im Unterschied dazu sind in den Szenarien WAM und auch WEM fast ausschließlich Maßnahmen abgebildet, die auf den Zeitraum bis 2020 fokussiert sind, während ab 2021 so gut wie keine neuen Maßnahmen zum Tragen kommen.

Das Ziel des Szenarios WAM plus ist nicht die Abbildung der Ziele der EU-Roadmap, aber sehr wohl eine Darstellung einer Trendwende. Daher werden die in der Roadmap genannten Ziele für die EU und für die einzelnen Sektoren auch nur als indikativ für Österreich angesehen und nicht abgebildet.

THG Reduktion verglichen mit 1990	2005	2030	2050
Gesamt	-7 %	-40 % bis -44 %	-79 % bis -82 %
Sektoren			
Energieaufbringung (CO ₂)	-7 %	-54 % bis -68 %	-93 % bis -99 %
Industrie (CO ₂)	-20 %	-34 % bis -40 %	-83 % bis -87 %
Verkehr (CO ₂ , ohne Hochsee)	30 %	+20 % bis -9 %	-54 % bis -67 %
Gebäude (CO ₂)	-12 %	-37 % bis -53 %	-88 % bis -91 %
Landwirtschaft (CO ₂)	-20 %	-36 % bis -37 %	-42 % bis -49 %
andere nicht-CO ₂ Emissionen	-30 %	-72 % bis -73 %	-70 % bis -78 %

Tabelle 1:
Ziele der Low Carbon
Economy Roadmap der
EU bis 2050⁵

1.2 Allgemeine Annahmen

Die für die Berechnung des Szenarios WAM plus notwendigen Annahmen wurden von den Projektpartnerinnen und -partnern in Tabelle 2 definiert. Bis 2030 beträgt das durchschnittliche Wirtschaftswachstum 1,5 % p. a, danach 1,3 % p. a. Die durchschnittliche Inflation beträgt bis 2030 2,3 % p. a, danach 2,0 % p. a. Andere Annahmen werden bei der Darstellung der Ergebnisse erläutert.

Tabelle 2: Grundlegende Parameter für die Modellierung des Szenarios WAM plus
(Quellen: EEG (2015), AEA (2015), ÖROK (2010), STATISTIK AUSTRIA (2013), 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/ WAM	13	20	30	78	100
CO ₂ -Zertifikatspreis [€ 2010/t CO ₂] WAM plus	13	20	35	87	162

bb): Barrel = 159 Liter

1.3 Verwendete Modelle und exogene Berechnungen

Zur Berechnung des Szenarios wurden die gleichen Modelle und Beiträge der jeweiligen Institutionen wie in den Energieszenarien WEM und WAM verwendet. Diese Modelle und exogenen Berechnungen werden im Synthesebericht der Energieszenarien kurz und in den Detailberichten ausführlich beschrieben (AEA 2015, EEG 2015, IVT 2015, UMWELTBUNDEAMT 2015a).

⁵ Das Weißbuch Verkehr ist quasi als unterstützende Strategie für den Verkehrssektor zur Erreichung der Roadmap Ziele zu sehen und formuliert für 2050 konkret das -60%-Ziel.

2 SZENARIO WAM PLUS

ambitionierte Maßnahmen ab 2021

Das Szenario WAM plus zeigt im Vergleich zum Szenario WAM auf, wie sich die Energiesituation in Österreich im Zeitraum bis 2050 entwickeln könnte, wenn ab 2021 weitere, teilweise sehr ambitionierte Maßnahmen in den einzelnen Sektoren beschlossen und umgesetzt werden. Von Relevanz in diesem Zusammenhang ist die Frage, wie nach Jahrzehnten steigenden Energiebedarfs eine Stabilisierung und in der Folge Reduzierung der Nachfrage nach Energie insgesamt sowie nach fossilen Energiequellen im Speziellen realisierbar wäre.

Um mit den Szenarien WEM und WAM konsistent zu sein, basieren die Arbeiten auf den Energiebilanzen 1970–2012 (STATISTIK AUSTRIA 2013). In diesem Bericht werden für die Jahre 2010–2012 nur die Werte aus den Energiebilanzen 1970–2012 angegeben. Die aktuellen Zahlen aus den Energiebilanzen 1970–2013 (STATISTIK AUSTRIA 2014) wurden üblicherweise nicht berücksichtigt.

2.1 Storylines

Workshop mit externen ExpertInnen

Für die Genese des Szenarios WAM plus wurde im Oktober 2014 am Umweltbundesamt ein Workshop mit 25 Teilnehmerinnen und Teilnehmern abgehalten, bei dem externe ExpertInnen in 10 Impulsvorträgen ihre Sichtweisen für ihre Fachgebiete (gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung, Industrie, Personen- und Güterverkehr, fossile und erneuerbare Energieträger, Energieversorgung und Netze, Landwirtschaft) im Jahr 2050 darstellten. Ergänzt von Kurzstatements der Projektpartner, entwickelte sich aus der Diskussion die Rahmenbedingungen für das Szenario WAM plus.

In den folgenden Monaten wurde in Diskussion mit ExpertInnen des BMLFUW und der Projektpartner für jeden Sektor eine kohärente Storyline formuliert, die mit jenen der anderen Sektoren konsistent ist und von allgemeinen Rahmenbedingungen ergänzt wird.

2.1.1 Allgemeine Rahmenbedingungen

Um bis zum Jahr 2050 einen signifikanten Rückgang im Energieverbrauch zu erreichen, ist es notwendig,

- eine gemeinsame positiv besetzte Vision zu entwickeln, wie eine nachhaltige Energieversorgung aussieht,
- daraus abgeleitet, verbindliche nationale Ziele für Energieverbrauch, Anteil erneuerbare Energieträger und THG-Emissionen für 2030, 2040 und 2050 festzulegen,
- ein entsprechendes Monitoring einzurichten.

nachhaltige Energieversorgung

Die vollständige Transformation des Energieversorgungssystems in wenigen Jahrzehnten resultiert aus der Akzeptanz und der aktiven Teilnahme der Bevölkerung sowohl als Investor, z. B. bei der Gebäudedämmung, als auch als Verbraucher, Betreiber und als politischer Souverän. Der Umbau zu einer nachhaltigen Energieversorgung inklusive dafür erforderlicher Infrastrukturmaßnahmen gelingt, da die Energiepolitik für die Bürgerinnen und Bürger verständlich und

nachvollziehbar ist. Für diese gesamtgesellschaftliche Aufgabe sind Wirtschaft und Politik gleichermaßen gefordert. Dazu gehört ganz wesentlich, dass die langfristigen Ziele wie auch die Maßnahmen zu ihrer Umsetzung nachvollziehbar begründet werden. Erreicht werden die Änderungen im Lebensstil und in den Konsummustern u. a. durch Bereitstellung und Unterstützung von Sharing-Angeboten („sharing-economy“).

Eine erfolgreiche Energiepolitik braucht einen breiten Konsens zwischen maßgeblichen gesellschaftlichen Gruppen. Die relevanten Grundlagen für staatliche Entscheidungen werden in einer verständlichen Form der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Sowohl Energie- als auch Transformationskonzept werden durch intensive und kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit für alle relevanten Zielgruppen ausführlich kommuniziert und erläutert.

Soziale und gesellschaftspolitische Hemmnisse beim Transformationsprozess werden eruiert und überwunden. Insbesondere werden die folgenden Kommunikationsziele verfolgt (FORSCHUNGSVERBUND 2010).

- Verständnis für die unbedingte Notwendigkeit der Nachhaltigkeitskriterien für eine künftige Energieversorgung (ökologisch, ökonomisch und sozial);
- Information über die technisch-wissenschaftlichen Innovationen, die neue Energieeffizienz- und Umwandlungstechniken ermöglichen und bekannte Techniken verbessern;
- Aufklärungsmaßnahmen zur Überzeugung von Gebäudeeigentümern Energieeinsparmaßnahmen umzusetzen und sich z. B. an Nahwärmenetze anzuschließen;
- Information über die wirtschaftlichen Potenziale der Energieeffizienz und der Erneuerbaren: Kostensenkung, Arbeitsplatzschaffung, Export.

Das Umweltbewusstsein der Bevölkerung wird durch Maßnahmen im Bildungsbereich (Schule, berufliche Aus- und Weiterbildung, ...) gestärkt (z. B. Energie-sparunterricht, Vermeidung von überflüssigen Energiedienstleistungen), das Bildungs- und Stipendienangebot wird ausgebaut und die Forschungsförderung verstärkt. Nachhaltige Lebensstile werden auch für einkommensschwache Haushalte attraktiv und leistbar. Auch politisch beteiligt sich die Bevölkerung durch direkte oder partizipatorische Demokratie an den Entscheidungsprozessen.

Eine erfolgreiche Transformation der Energieversorgung erfordert Fachkräfte, die diese technisch umsetzen. Die Aus- und Weiterbildung der Fachkräfte für Energieeffizienz und ein erneuerbares Energieversorgungssystem wird zielgerichtet für alle Einsatzbereiche ausgebaut: Spitzenforschung, Produktentwicklung, Planung, Vertrieb, Installation und Energieberatung sowie bei Behörden, die entsprechende Planungsaufgaben haben.

Die Integration der Zuwanderer in Bildung und Arbeitsmarkt gelingt. Der Zugang zu Arbeit wird z. B. durch Crowdfunding erleichtert, erfolgt aber unter Mitbestimmung der ArbeitnehmerInnen zur Sicherung von Arbeitsrechten. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien und geänderte Anforderungen der Menschen an ihrem Arbeitsplatz führen zum Entstehen einer neuen Welt des Arbeitens. Arbeiten, Lernen und Leben werden stärker miteinander verwebt. Zeitlich und räumlich flexiblere, moderne Arbeitsweisen bauen auf virtueller Kooperation und geteilten Infrastrukturen. Unternehmen passen die Büroraumgestaltung an und bieten die technischen Möglichkeiten für dezentrale Zusammenarbeit.

Energiepolitik und Öffentlichkeitsarbeit

Kommunikationsziele

Umweltbewusstsein durch Bildung

Aus- und Weiterbildung von Fachkräften

moderne Arbeitsweisen

Wohlstand und sozialer Friede Für die Trias der Zielvorstellung „wettbewerbsfähige Volkswirtschaft, hohes Wohlstandsniveau und geringe Emissionen“ ist es wichtig, dass die Transformation zur neuen Gesellschaftsstruktur ohne (größere) soziale Zerwürfnisse stattfindet (z. B. durch hohe Verteilungsgerechtigkeit), ökologische Entscheidungen getroffen werden (z. B. Internalisierung externer Kosten) und neue Standards in der (technologischen) Bildung gesetzt werden. Forschungstätigkeiten sind zentral für Unternehmen, daraus ergeben sich Arbeitsplätze und daraus erwächst Wohlstand. Durch die höhere Bildung und Qualifikation wird auch die Erfindung/Entdeckung und Anwendung von neuen Technologien ermöglicht, die zu geringeren Emissionen führen. Die Anwendung der vorhandenen technischen und administrativen Möglichkeiten zum Umweltschutz wird unterstützt und genießt entsprechendes Ansehen (ökologische Beschaffung).

Risikokapital bereitstellen Darüber hinaus wird Kapital für nachhaltige (d. h., erst über längere Zeiträume refinanzierte) Projekte benötigt. Dazu werden Risikokapital bereitgestellt und Regelungen zur Finanzierung von Projekten mit höherer Ausfallwahrscheinlichkeit, aber vor allem längerer Dauer, getroffen.

Hinsichtlich Wohlstands und Wohlfahrt werden andere Indikatoren als das BIP entwickelt und besser von Politik und Wirtschaft wahrgenommen. Informationswachstum und ökologische Transparenz unterstützen die Schärfung eines solchen Bewusstseins und die Entwicklung einer smarten Regulierung.

2.1.2 Sektor Verkehr

EU-Roadmap Das Ziel des Szenarios WAM plus ist es, eine realistische Trendwende im österreichischen Energieverbrauch bis 2050 darzustellen, nicht jedoch eine Abbildung der Ziele der EU-Roadmap „low carbon economy“. Im Rahmen dieser Roadmap wurde für den Sektor Verkehr ein Reduktionsziel von 54–67 % der THG-Emissionen bis 2050 gegenüber 1990 formuliert, in der unterstützenden Strategie des Weißbuchs Verkehr (COM(2011) 144) wird konkret das Ziel von –60 % für das Jahr 2050 genannt.

EST-Studien Eine zusammenfassende Betrachtung von sog. EST (Environmentally Sustainable Transport)-Studien, die im Rahmen diverser OECD-Projekte durchgeführt wurden, zeigt, „dass weder durch alleiniges Setzen auf technologischen Fortschritt, noch durch alleiniges Ändern des Mobilitätsverhaltens der Zielzustand erreichbar ist. Es braucht einen auf einander abgestimmten Mix aus Reduktion der Verkehrsleistung (Reduktion der Distanzen, kompakte Raumstrukturen), Verlagerung auf effiziente Verkehrsmittel (Gehen, Radfahren, öffentliche Verkehrsmittel, Schienengüterverkehr, Binnenschifffahrt) und Effizienzsteigerung (Besetzungsgrad, Forcieren der verschiedenen (e-)Carsharing-Modelle, E-Fahrzeuge inkl. E-Bikes, Reduktion der CO₂-Emissionen konventioneller Antriebe).“ (MOLITOR et al. 2012).

Ein nachhaltig umweltverträglicher Verkehr zur Befriedigung der Mobilitätsbedürfnisse unterscheidet sich grundlegend von unserem derzeitigen Verkehr: er zeichnet sich durch Energieeffizienz und Ressourcenschonung, die Minimierung der ökologischen und gesundheitlichen Risiken einschließlich der Gefahrenpotenziale durch Unfälle, ressourcenschonende und energieeffiziente Technologien und Verkehrsmittel sowie durch Förderung ausgewogener Mobilitätsangebote und die Sicherstellung der Erreichbarkeit und Mobilität aller VerkehrsteilnehmerInnen aus (MOLITOR et al. 2012).

„Gesundheit und ökologischer Wohlstand erfordern eine nachhaltige Verkehrspolitik, die mit den Ressourcen haushaltet, auf Kostenwahrheit beruht und die Bewegungsfreiheit der Fußgänger als Planungsmaßstab für unsere Städte und Dörfer nimmt. Sanfte Mobilität mit Bus und Bahn, per Rad, zu Fuß heißt das Ziel. Der verbindliche Vorrang dieses Umweltverbundes mit dem flächenhaften Ausbau des öffentlichen Verkehrssystems und der radfahr- und fußgängerfreundlichen Umgestaltung der Straßen sind der Weg. Der Nachrang, die Reduktion und Verlangsamung des Autoverkehrs sind die Bedingungen für die Wiedergewinnung der Wirklichkeit, Nutzungsvielfalt und Erlebnisdichte, für das gute Leben. Erforderlich ist rasches verkehrspolitisches Handeln und der Mut zum aufrechten Gang.“ (THALER 1992).

Das vorliegende Szenario untersucht nicht, welche konkreten Instrumente zur Maßnahmenumsetzung nötig wären, sondern verdeutlicht nur, welche Maßnahmen es theoretisch gibt, um den Energieeinsatz und die dazugehörigen THG-Emissionen im Sektor Verkehr zu reduzieren. Um eine Reduktion der THG-Emissionen in Richtung –60 %-Ziel der EU zu realisieren, ist eine umfassende Neugestaltung des Verkehrssystems erforderlich.

Eine möglichst effiziente Maßnahmenstruktur sollte sich jedenfalls gemäß EST-Studien der OECD zu 45 % aus Maßnahmen zusammensetzen, die die Mobilitätsnachfrage beeinflussen (Mobilitätsmanagement, Bewusstseinsbildung, geänderte Lebensstile, Modal Shift etc.), und zu 55 % aus technologischen Maßnahmen. Wie die Berechnungen der EST-Studien zeigen, sind die Instrumente, unser Verkehrssystem auf ein nachhaltiges und umweltverträgliches umzustellen, Attraktivitätssteigerung im Umweltverbund, Forcierung des Mobilitätsmanagements im Personen- und Güterverkehr, schnelle Flottendurchdringung energieeffizienter Fahrzeuge durch gesetzliche Rahmenbedingungen und Bepreisungen sowie die seit Jahrzehnten geforderte Umsetzung einer effizienten, integrativen Verkehrs- und Raumplanung. Die Ziele aus dem Weißbuch Verkehr decken sich weitgehend mit diesen Instrumenten (MOLITOR et al. 2012).

Neugestaltung des Verkehrssystems

Allgemeine Annahmen zur Entwicklung des Verkehrssektors

Personenverkehr 2050

Verdichtung und Zuzug in dezentrale Siedlungsräume aufgrund einer umfassenden Energieraumplanung sind bis 2050 dominierende Trends. Der aktuelle Trend zu immer längeren Wegstrecken wird gestoppt und umgekehrt. Zwar bleiben die Anzahl der Wege und die dafür aufgewendete Zeit pro Person und Tag auf heutigem Niveau, die Länge der Wege wird allerdings durch die Verdichtung kleiner, wodurch die Verkehrsleistung insgesamt sinkt.

Zudem steigt das Potenzial zur Verlagerung der motorisierten Verkehrsleistung auf den Umweltverbund durch ein gut ausgebautes ÖV-Netz sowie Sharing-Mobilitätssysteme und führt zu einer veränderten Verkehrsmittelwahl. Der Besitz eines eigenen Pkws ist aufgrund von Bewusstseinsbildung und sich ändernder Werte für die kommende Generation nicht mehr ultimativ wichtig. Auch in abgelegenen ländlichen Regionen stehen ein dichtes Radwegenetz sowie flächendeckende Taxi- und Rufbussysteme zur Verfügung.

Dies führt dazu, dass sich der Pkw-Bestand und folglich der Pkw-Motorisierungsgrad reduziert. In Wien als Großstadt liegt der Motorisierungsgrad mit 394 Pkw je 1.000 EinwohnerIn (2009) bereits heute sehr niedrig, was auf die gute ÖV-

Energieraumplanung

Verkehrsmittelwahl

Erschließung, kompakte Siedlungsstruktur, beschränktes Parkplatzangebot etc. zurückzuführen ist. Dies spiegelt sich auch in den niedrigen Steigerungsraten wider + 10 % im Zeitraum von 1990 bis 2009. Das Bevölkerungswachstum in Österreich wurde aktuellen Prognosen von Statistik Austria entnommen und den Überlegungen zur Entwicklung des Pkw-Bestandes zugrunde gelegt.

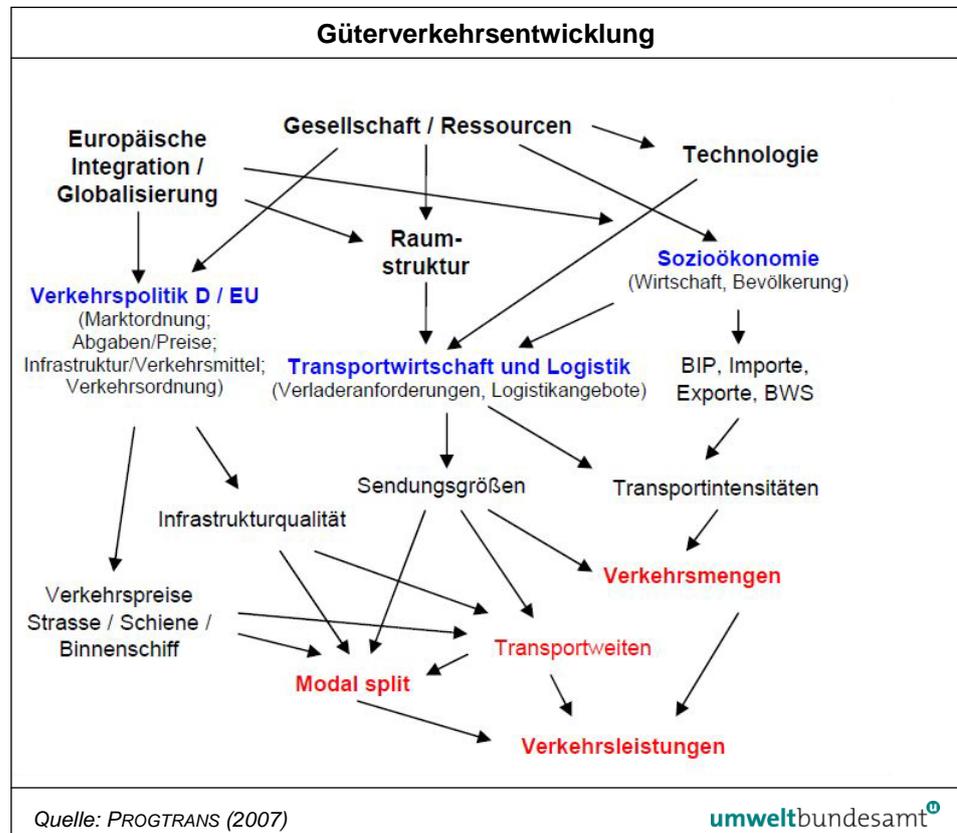
Flugverkehr

Die erhöhten Kraftstoffpreise betreffen auch den Flugverkehr, da der Kohlenstoffgehalt von Kerosin erstmals besteuert wird. In Folge werden Flugreisen aufgrund der Abwälzung der zusätzlichen Kosten über die Ticketpreise an die EndkundInnen wieder teurer. Der Trend der starken Zunahme von Low-Cost-Airlines geht massiv zurück, da diese unter Preisdruck geraten und in Folge nicht mehr wettbewerbsfähig sind. Geänderte Lebensstile samt verstärktem Umweltbewusstsein im privaten wie Berufsalltag (verstärkter Einsatz von Telekommunikationsformen, bedingt durch verpflichtendes betriebliches Umwelt-Monitoring und Auflagen) verstärken den sinkenden Trend des Flugverkehrsaufkommens. Bahnreisen ersetzen Kurzstreckenflüge. Auch der Emissionshandel im Flugverkehr und die Anwendung bester verfügbarerer Technologien tragen zu einer geringeren Aktivität bei.

Güterverkehr 2050

Die Entwicklung des Güterverkehrs hängt von einer Vielzahl von Stellgrößen ab (siehe Abbildung 1). Historisch gesehen war die Gütertransportintensität (Tkm/BIP) bisher stark mit der BIP-Entwicklung gekoppelt. Für eine wesentliche Trendwende muss sich dies ändern.

Abbildung 1:
Wirkungsgefüge der langfristigen Güterverkehrs-entwicklung.



Bedingt durch wirtschaftliche Verflechtungen mit dem Ausland sowie die weiter zunehmende prognostizierte Globalisierung und den Anstieg internationaler Warenströme wird das Güterverkehrsaufkommen bis 2030 weiter zunehmen (OECD 2014). Geänderte Lebensstile (Stichwort langlebigere Produkte, verstärkte Re-Use- sowie Recycle-Aktivitäten, etc.) werden zwar nicht zu einer Abnahme der Binnenverkehrsnachfrage führen, jedoch zu einer Stagnation ab 2030 (siehe auch Storyline 2050 Sektor Industrie). Diese Entwicklung wird bestärkt durch den oben beschriebenen Trend der räumlichen Verdichtung sowie Re-Regionalisierungs-Tendenzen, wodurch auch Transportdistanzen geringer werden.

Das jahrzehntelang gültige Paradigma der ökonomischen Überlegenheit zentralisierter Distributionsstrukturen gerät ins Schwanken. Regionale Konsolidierungszentren und Regionallager verkürzen durch ihre räumliche Nähe auch die Lieferzeiten für die KundInnen (BVL 2011).

regionale Distributionsstrukturen

Folgende für den Güterverkehr relevante Megatrends werden unterstellt:

- **Rohölpreis wird langfristig steigen**

Im Vergleich zu 2012 geht die International Energy Agency von einem Anstieg des Rohölpreises um 60 % aus. Der derzeitige Preisverfall stellt eine kurzfristige Schwankung, begründet durch die Entwicklungen am international Rohölmarkt dar (günstiges Schieferöl aus den USA lässt derzeit die Preise fallen, ExpertInnen rechnen aber damit, dass sich durch die starke Konkurrenz in Übersee nur wenige Schieferöl-Produzenten halten können und sich der Preis wieder stabilisiert, ohne dass die OPEC-Länder drastisch angebotsseitig eingreifen müssen).

- **EU Energiebesteuerungs-Richtlinie**

Es wird angenommen, dass ab 2031 eine EU-weite einheitliche Energiebesteuerung auf Kohlenstoff in fossilen Energieträgern gilt. Kraftstoffe werden auf der Grundlage der THG-Emissionen des Energieerzeugnisses oder auf der Grundlage des Energiegehalts EU-weit einheitlich besteuert, wodurch sich die Diesel- und Benzinpreise EU-weit angleichen; der preisbedingte Kraftstoffexport im Tank fällt somit weg, nur der strukturell bedingte bleibt.

- **Transport – und Logistikkosten steigen stark (BVL 2011)**

Transportkosten auf der Straße stehen derzeit in absolut keinem Verhältnis zu den sozialen Kosten, die der Transport verursacht (Stichwort Kostenwahrheit). Daher werden internalisierte externe Kosten über alle Verkehrsträger je nach ihren Umweltwirkungen vorausgesetzt. Zudem werden Standards für Lärm und Emissionen weiter verschärft, Mauten werden steigen, was dazu führen wird, dass die Total Costs of Ownership die reine Benutzungskosten-Denkweise ablösen wird. Verkehr wird massiv teurer werden.

- **Rechnen mit der Unberechenbarkeit, Zeit als Potenzial**

„Die Wirtschaftskrise 2008/2009 hat gezeigt, wie unbeständig vermeintlich stabile Strukturen sind. Flexibilität gilt künftig als zentrale Vorgabe für die Entwicklung neuer Prozesse und Strukturen, ohne dass sich dabei die hohen Anforderungen bezüglich der Effizienz reduzieren. Auch der Faktor Zeit wird neu bewertet: Extrem eng getaktete Prozesse, wie JIT⁶ oder 24-h Zustellungen in ganz Europa werden kritisch hinterfragt [..]“ (BVL 2011)

⁶ Just-in-time-Produktion

- **Re-Regionalisierung**

„Der Lebensmittelhandel macht es vor, andere Branchen ziehen nach: Angebot und Nachfrage rücken wieder stärker zusammen.“ Gründe dafür können sein: steigende Transportkosten, qualitative Anforderungen, persönliche Wünsche der Kunden. Zudem wird die Erkenntnis zunehmend wichtig, dass Outsourcing von Produktion gleichzusetzen ist mit Outsourcing von Wissen und Kompetenzen. Dies wird in Anbetracht der weiteren Wettbewerbsfähigkeit Europas ein Kriterium sein. Digitale Güter werden global produziert, physische Güter lokal.“ (BVL 2011).

- **Prozess-Know-how vor Produktions-Know-how**

Einzelne Produktions- oder Distributions-Prozesse sind rasch an ihren Grenzen angekommen, weshalb die Optimierung der gesamten Supply Chain im Vordergrund stehen muss, etwa durch horizontale Kooperationen zwischen Mitbewerbern (BVL 2011).

- **Dienstleistung vor Produkt**

Wachstum durch Diversifizierung im Dienstleistungsbereich ist gefragt, um v. a. dem Online-Handel Konkurrenz bieten zu können. Der Online-Handel wird bei steigenden Kosten ebenfalls zur Optimierung gezwungen werden und muss erst die Lieferungen perfektionieren, um langfristig als verlässliche Bezugsquelle zu fungieren. Informationstechnologien stehen vor Produktionstechnologien (BVL 2011).

- **Zertifikate statt Maut**

Zeitabhängige Nutzungszertifikate werden die Nutzung der immer knapper werdenden Verkehrs-Infrastrukturen (Engpässe) regeln (BVL 2011).

- **Nachhaltigkeit als Voraussetzung am Kapitalmarkt**

Sobald vergleichbare Umweltkennzahlensysteme vorliegen, werden diese in die Unternehmensbewertung Eingang finden und als Wettbewerbskriterium immer wichtiger werden. Nachhaltig agierende Unternehmen werden am Finanzmarkt v. a. von Investoren als geringeres Risiko wahrgenommen (BVL 2011).

Elektromobilität

Für das Szenario WAM plus wird die Abschätzung des Bestandes an EV (electric vehicle) und PHEV-Pkw (plug-in electric vehicle) des Szenarios WAM 2015 herangezogen. Da sich jedoch durch die oben beschriebene Reduktion des Motorisierungsgrades der Pkw-Bestand bis 2050 gegenüber dem Szenario WAM reduziert, ergibt dies eine relative Erhöhung der anteiligen Elektrifizierung bei gleichen Bestandszahlen von EV und PHEV wie im Szenario WAM 2015.

Im Jahr 2050 sind E-Fahrzeuge die vorherrschende Technologie mit 87 % am Pkw-Flottenanteil.

Teilelektrifizierung findet im leichten Lkw-Bereich statt, speziell Kleintransporter und Klein-Lkw (Klasse LNF) sind im städtischen Zulieferverkehr sehr batterieaffin. Auch die im Jahr 2050 fahrenden Busse werden zum Teil elektrisch betrieben. Elektrifizierung ist für schwere Lkw im Binnen- und Fernverkehr keine breakthrough-Technologie, da SNF ob der geringen Reichweite wenig batterieaffin sind.

Alternative Kraftstoffe

Die Annahmen bzgl. alternativer- und Biokraftstoffe bleiben im Vergleich zum Szenario WAM 2015 unverändert (UMWELTBUNDESAMT 2015a). Somit werden theoretisch mögliche Potenziale wie etwa ein verstärkter Biogas- oder Wasserstoffeinsatz in Lkw nicht weiter forciert.

Würde das von der Europäischen Kommission im Rahmen des Weißbuchs Verkehr definierte –60 % CO₂-Ziel schlagend, könnte das den Markt für Wasserstoffmobilität bereiten. Gemeinsam mit Elektromobilität könnte Wasserstoff das Mittel der Wahl sein. Das Auslaufen der Förderung für Windkraft macht für die Betreiber die Wasserstoffproduktion interessant.

2.1.3 Sektor Gebäude

Die langfristige Entwicklung der konditionierten Gebäudevolumina⁷ und deren Gebäudestruktur wird bei Wohngebäuden durch

- die Demografie,
- den Lebensstandard,
- die Vielfalt im Lebensstil und
- die Infrastruktur im Gebäudeumfeld

geprägt. Bei Nicht-Wohngebäuden ist primär die wirtschaftliche Entwicklung der einzelnen Sektoren einschließlich des öffentlichen Sektors bestimmend.

Auf die Gebäudequalität im Bestand hinsichtlich Energieeffizienz von Gebäudehülle und gebäudetechnischer Ausrüstung, des Einsatzes von erneuerbarer Energie und Berücksichtigung des Klimaschutzes wirken zwei Faktoren maßgeblich:

- Die Erneuerung von Bauteilen, der Haustechnik oder ganzer Gebäude im Zuge von umfassender oder schrittweiser Sanierung sowie die Neubauaktivität einerseits und
- das Anforderungsniveau rechtsverbindlicher Effizienzbestimmung respektive finanzieller Anreizsysteme andererseits.

Die realisierte Wirkung der baulichen und technischen Infrastruktur auf den Bedarf an fossilen und erneuerbaren Energieträgern ist wesentlich von der tatsächlichen Nutzung abhängig. Einflussgrößen sind zum Beispiel

- der Nebenwohnsitzanteil,
- die Aufenthaltsdauer am Wohnsitz sowie
- eine Gruppe von Komfortparametern wie
 - Raumtemperatur,
 - Lüftungsintensität,
 - täglicher Warmwasserbedarf und
 - die tatsächlich voll konditionierten Volumina oder Flächen in den Gebäuden.

Faktoren für die Gebäudequalität

bauliche + technische Infrastruktur

⁷ In konditionierten Gebäuden wird deren Innenraumklima unter Einsatz von Energie beheizt, gekühlt, be- und entlüftet oder befeuchtet. Dabei können Gebäude als Ganzes oder Teile eines Gebäudes, die als eigene Nutzungseinheiten konzipiert oder umgebaut wurden, betroffen sein.

Bis 2050 wird von einem kontinuierlich wachsenden Komfortanspruch ausgegangen.

klimaschonende Gebäudemaßnahmen

Gebäudemaßnahmen bis 2050 (in Richtung langfristiger Klimaziele) richten sich an EntscheidungsträgerInnen mit dem Ziel, klimaschonende Gebäude zu forcieren und die klimaschonende Gebäudenutzung zu stärken:

- **Änderungen im Mietrecht (MRG) und Wohnungseigentumsrecht (WEG, WGG)** werden Sanierungsentscheidungen und deren Finanzierung etwas erleichtern und damit gewisse Sanierungsbarrieren im Bereich des Altbestandes großvolumiger Wohngebäude reduzieren. Dabei wird verstärkt darauf geachtet, dass der Nutzen sowohl für die Mieterin und den Mieter als auch für die Eigentümerin und den Eigentümer erhöht wird. Rechtssicherheit und Fairness bei der Kostenumlegung stehen dabei im Mittelpunkt. Das genutzte Spektrum der Instrumente besteht aus
 - zweckgebundenen Mietzinsrücklagen für thermisch-energetische Sanierungen,
 - vom Heizwärmebedarf (HWB) abhängigen Mietzins-Richtsätzen,
 - vereinfachter Entscheidungsfindung im Gemeinschaftseigentum.
- Die **thermisch-energetische Qualität** der Gebäude und der gebäudetechnischen Anlagen wird durch die Bauordnungen der Bundesländer bestimmt und ist somit langfristig eine wichtige Stellgröße. Aus diesem Grund wird ab 2021 im Neubau das Energieeffizienzniveau weiter etwas erhöht, wobei der Passivhausstandard in der Umsetzungspraxis noch nicht ganz erreicht wird. Auch der Mindeststandard der Gebäudekennzahlen für Sanierungen ist entsprechend abzusenken, wobei hier ab 2021 eine Verschärfung der Bauordnung im Szenario WAM plus vorgesehen ist. Bei hochwertigen Effizienzstandards von Gebäuden gewinnen Faktoren, die bisher meist eine untergeordnete Rolle gespielt haben, an Bedeutung:
 - Warmwasserbedarf und Art der Warmwasserbereitstellung und -verteilung,
 - Effizienz des Lüftungssystems,
 - Nutzung von Abwärme,
 - Dichtheit von Gebäuden,
 - Nutzung passiver und aktiver solarer Gewinne bzw. Erträge,
 - Optimierung der Regelung,
 - Einsatz von Niedertemperatur-Wärmeabgabesystemen und andere.Aus diesem Grund wird in Zukunft verstärkt auf die folgenden Punkte geachtet:
 - Qualität der Beratung – insbesondere in Verbindung mit Förderungen, sowie einer Unterstützung über den gesamten Bauprozess eines Gebäudes,
 - Qualität der Planung – insbesondere hinsichtlich des Energie-Gesamtkonzeptes – sowie der Kommunikation zwischen allen Gewerken,
 - Qualität der Ausführung – insbesondere der Qualifikation der Ausführenden – sowie einer ständigen Bauaufsicht,
 - Information von Nutzerinnen und Nutzern bei Inbetriebnahme und im Betrieb (Monitoring, IKT, Beratung).

- Die **Raumplanung** bietet langfristig ein nicht zu unterschätzendes Potenzial für den Klimaschutz bei Gebäuden; im Detail
 - durch höhere Kompaktheit bei großvolumiger, Außenflächen-sparender oder gekoppelter Bauweise,
 - durch größere Abnahmedichte bei Wärmenetzen mit verdichteten Siedlungsstrukturen,
 - durch Optimierung von Anschließungen und Gebäudeausrichtungen hinsichtlich solarer Gewinne und Erträge,
 - durch gebäudeübergreifendes Energiemanagement mit Smart Grids, Mikrowärmenetzen oder bidirektionalen Niedertemperatur-Wärmenetzen oder
 - durch die verstärkte Nutzung industrieller Abwärme, Wärme aus hocheffizienter KWK und zentraler, erneuerbarer Wärme.

Da dezentrale erneuerbare Energie fast bei jedem Gebäude zur Verfügung steht, wird ab 2021 eine verpflichtende Bereitstellungsquote im Neubau und für den Bestand festgelegt. Die Nichterfüllung wird – sofern sie in keine Ausnahmeregelung fällt – mit einer Abgabe verknüpft.
- Analog wird auf Basis der Energieausweise ab 2025 auch eine **Mindesteffizienz** für Bestandsgebäude festgelegt, um mit ausreichender Fristsetzung sukzessive die thermisch-energetisch schlechtesten Gebäude – soweit wirtschaftlich, technisch und von Seiten des Denkmalschutzes möglich – hochwertig zu sanieren.
- Da die **Energieträgerpreise** auch bei Gebäuden ein wichtiger Faktor für die wirtschaftliche Amortisation von Effizienzmaßnahmen sind, diese jedoch schwanken, erhöht ab 2031 eine langsam aber kontinuierlich bis 2050 steigende CO₂-Abgabe auf Raumwärme-Brennstoffe oder auf deren fossilen Primärenergieeinsatz nicht nur die Investitionsbereitschaft, sondern bietet auch eine größere Amortisationssicherheit für EntscheidungsträgerInnen.
- Selbst der hocheffiziente Neubau, dem kein Abbruch von Gebäuden mit gleichem oder höherem, jährlichem Endenergiebedarf vorausgegangen ist, führt immer zu einem Mehrbedarf an Endenergie. Die Fördermittel werden deshalb
 - vom EFH-Neubau zu MFH-Neubau und
 - zu umfassender thermisch-energetischer Sanierung sowie
 - zu Teilsanierungen

verlagert, um den absoluten Endenergieeinsatz effektiv zu senken.
- Ab 2021 werden die finanziellen **Förderungsmodalitäten** in allen Bundesländern flexibilisiert, sodass FörderungsnehmerInnen zwischen Förderungsmodellen frei wählen können und keine Verpflichtung zur Darlehensaufnahme mehr besteht.
- Bei **Bauteilsanierungen** mit einem qualitätsgesicherten Gesamtkonzept wird ab 2021 ein Betrachtungszeitraum von 10 bis 15 Jahren im Sinne einer Einführung gebäudespezifischer Sanierungsfahrpläne in allen Bundesländern verwirklicht.
- Der Aufbau eines Systems zur freiwilligen, professionellen **Überprüfung** von Heizanlagen und des Energieverbrauches als zentrales Beratungsinstrument für Gebäude und die gesetzlich verpflichtende, periodische Überprüfung von Heizanlagen
 - heben kurzfristig die Effizienz von Heizanlagen an,
 - fördern langfristig die Erneuerung von Heizsystemen (Kesseltauschrate),

- beschleunigen den Einsatz von innovativen, klimafreundlichen Heizsystemen (Nutzung von erneuerbarer Energie, Abwärme oder Mikronetze) und
- stoßen zusätzliche thermische Sanierungen an.
- Grundsätzlich wird auch in den nächsten Jahrzehnten die Entwicklung und Erprobung von innovativen Energietechnologien bzw. energierelevanter Komponenten und deren Verbreitung von Seiten der Forschung, Entwicklung und Demonstration gefördert. Die **Förderungen** zielen primär auf
 - die Steigerung der Effizienz von Gesamtsystemen,
 - die Integration von klimafreundlichen Systemen und Komponenten in bestehende Gebäude und Anlagen sowie
 - die Ausführungsqualität und Wirtschaftlichkeit bei Herstellung, Errichtung und Betrieb.

2.1.4 Sektor Energieaufbringung

europäisches Stromverbundnetz

Die energiepolitischen Ziele der EU und die Energie- und Klimaschutzziele bis 2020 und 2030 lassen sich nicht erreichen ohne ein vollständiges europäisches Stromverbundnetz mit mehr grenzüberschreitenden Verbindungsleitungen, mit Speichermöglichkeiten und intelligenten Netzen. Damit kann in einem System mit einem hohen Anteil an fluktuierend eingespeisten erneuerbaren Energien die Nachfrage gesteuert und die sichere Energieversorgung gewährleistet werden (COM(2015) 82).

Die Energiepolitik Europas wird neu ausgerichtet und in Richtung einer Energieunion gelenkt. Das übergeordnete Ziel der Union, die Gewährleistung einer erschwinglichen, sicheren und nachhaltigen Energieversorgung sowie von Wachstum und Beschäftigung in der gesamten EU, wird durch ein Verbundnetz unterstützt. Verbindungsleitungen werden gebaut und ein in vollem Umfang funktionierender und verbundener EU-Energiebinnenmarkt wird erreicht.

Darüber hinaus erleichtern Verbindungsleitungen die Soforthilfe zwischen Übertragungsnetzbetreibern, da sie eine größere Zusammenarbeit und Solidarität zwischen ihnen ermöglichen. Diese Stromverbindungsleitungen stärken die Versorgungssicherheit Europas, da das Netz dadurch in der Lage ist, immer größere fluktuierende Mengen an Strom aus erneuerbaren Energien auf sicherere und kosteneffizientere Weise aufzunehmen (COM(2015) 82).

Bis zum Jahr 2050 werden die verantwortlichen Stromversorger und -händler verpflichtet, ausreichend Strom für ihre KundInnen einzukaufen. Die Netzentgelte werden reformiert, damit Flexibilitätsoptionen beim Verbraucher ankommen. Ein Mindestpreis pro Tonne CO₂ (in Großbritannien bereits seit 2013 verwirklicht (KLIMAKTIV 2014)) ist vorstellbar. (BMW i 2015)

Neue Komponenten (z. B. supraleitende Bauteile) und neue Technologien (z. B. Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung) können zum Einsatz kommen.

erneuerbare Energien bei Fernwärme

Für den Fernwärmesektor müssen neue Politikinstrumente zur langfristigen Umstellung auf erneuerbare Energien mit fairen Geschäftsmodellen für die Akteure, hoher Transparenz und Verbraucherfreundlichkeit entwickelt werden.

Die Transformation zu erneuerbaren Energien verringert die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten und schafft eine langfristige Kostenstabilität, die für Verbraucher und Kommunen besonders wichtig ist. Die Einbeziehung bürgerschaftlichen Engagements ist erforderlich, um den Umstrukturierungsprozess auf eine gesellschaftlich breite Basis zu stellen. (HAMBURG INSTITUT 2015)

Für die Energieaufbringung im Jahr 2050 in **Österreich** werden folgende Rahmenbedingungen angenommen:

**angenommene
Rahmenbedingungen**

- Die Erzeugung von Strom und Wärme aus fossilen Kraft- und Heizwerken ist unter den dann herrschenden Bedingungen unrentabel. Aufgrund der Preisanstiege bei CO₂-Zertifikaten und des Wegfalls der Energieabgabenvergütung wird sie noch unwirtschaftlicher.
- Im Übertragungsnetz sind die für den gesamteuropäischen Binnenmarkt erforderlichen Netzkapazitäten und Verbindungsleitungen errichtet, ebenso ein intelligenter Mix an kurz-, mittel- und langfristig einsetzbaren Speicheroptionen. Die Verteilnetze sind – um Kommunikations-, Mess- und Regeltechnik erweitert – zu Smart Grids weiterentwickelt. Insgesamt ist jene Leitung- und Speicherinfrastruktur vorhanden, die – in Verbindung mit intelligenter Regelung und Steuerung – für eine in erheblichem Maße auf volatile erneuerbare Energieträger basierende Stromversorgung in Europa notwendig ist. Die Erzeugungskapazitäten zur Einspeisung sind regional gut verteilt.

Im Detail dazu:

- Durch größere Rotorflächen geht die Erzeugung aus Windkraftanlagen in Richtung höherer Betriebsstunden (Volllaststunden). Um Spitzenlasten zu vermeiden, werden die Spitzenerzeugungen nötigenfalls zur Netzstabilisierung abgeregelt (vom Netz genommen). Dadurch kann es zwar zu minimalen Einbußen bei der erzeugten Energiemenge (max. von 2–3 %) kommen, aber es ist deutlich weniger Regelenergie als ohne Abregelung erforderlich, um den stabilen Netzbetrieb aufrecht zu erhalten. Des Weiteren werden überproportional hohe Kosten hinsichtlich des ansonsten notwendigen Netzausbaues bzw. zur Nutzung der selten auftretenden hohen Überschussenergie vermieden.
- Zusätzlich zu Pumpspeicherkraftwerken sind auch noch andere Formen zur Speicherung von Strom vorhanden, z. B. verbesserte Batterien⁸, Kondensatoren, oder Power-to-Gas (falls wirtschaftlich). In Gebäuden wird ein Teil der Erzeugung aus Photovoltaik in diesen neuen Speichern (z. B. Kondensatoren) gespeichert, da dies in der Bauordnung vorgeschrieben ist. Die Stromspeicher müssen nicht in jedem Haus sein, sondern können unter Berücksichtigung von Skaleneffekten z. B. auch pro Ortschaft angelegt werden.
- Der spezifische Bedarf an Regel- und Ausgleichsenergie wird durch regelmäßige Anpassungen des Regulierungsrahmens sowie den Einsatz innovativer Instrumente deutlich gesenkt und der Bedarf an fossilen Ausgleichskapazitäten wird durch die genannten zusätzlichen technologischen Optionen deutlich verringert.⁹ Für mehr Flexibilität bei der Deckung der Residuallast und deren Verringerung sorgen zudem der Ausbau des Übertragungsnetzes, die Erweiterung der Regelzonen, Demand Side Management, Smart Grids und zentrale und dezentrale Speicher.
Eine Kapazitätsreserve (für Strom und auch für Wärme) für unvorhersehbare Notfälle ist sinnvoll, darf aber nicht am Markt teilnehmen.

⁸ Dzt. Batterien sind teilweise teurer als die PV-Anlage.

⁹ Dzt. Regelleistung entspricht etwa dem KW Dürnröhr.

- Demand Side Management gewinnt bei Industrie, Gewerbe und Privatverbrauch zunehmend an Bedeutung. Industrieanlagen richten ihren kurzfristigen Stromverbrauch nach dem Angebot (z. B. Verbund Power Pool <http://www.verbund.com/at/de/business/energiesdienstleistungen/powerpool>).
- Energiedienstleistungen gewinnen zunehmend an Bedeutung: Das Geschäftsmodell von Energieversorgern orientiert sich zunehmend am Verkauf der zu erbringenden Leistung und nicht am Energieträger – ein verstärkter ökonomischer Anreiz zum Energiesparen ist die Folge.
- Biomasse wird nur in Ausnahmefällen (hocheffiziente KWK, aber nicht mit frischem Holz) zur Stromerzeugung herangezogen. Die kaskadische Nutzung wurde verbessert, Holz und andere nachwachsende Rohstoffe werden verstärkt als Baumaterial eingesetzt. Schlecht verbrennbare Biomasse wird zur Herstellung von synthetischen Gasen und Kraftstoffen verwendet.
- Die Erzeugung aus Abfallverbrennung geht zurück, da weniger Abfälle entstehen (siehe Kapitel 2.1.5) und verbrannt werden.
- Die fossile Erzeugung aus Autoproducern nimmt ab, da die fossile Eigenstromerzeugung weniger rentabel wird. Biomasse-KWK-Anlagen bleiben erhalten.
- Die Verdichterstationen werden elektrifiziert (bis 2050 zu 90 %). Durch den EU-weit geringeren Gasverbrauch kommt es zu einem Rückgang der Transitmenge (20 %) und damit des Energieverbrauchs für den Transport.
- Aufgrund der Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den Umweltverbund und des Rückgangs im Güterverkehr (siehe Kapitel 2.1.2) sinkt der Bedarf an fossilen Treibstoffen EU-weit in solchem Ausmaß, dass es zu einer Strukturbereinigung der europäischen Raffinerien kommt und bei weniger effizienten Anlagen keine umfangreichen und kostspieligen Neuinvestitionen getätigt werden. Für die Raffinerie wird die Schließung für die Jahre 2039–2041 angenommen. Für die (petro-)chemische Industrie wird angenommen, dass die Edukte auf anderem Weg bezogen werden.
- In Wien wird zusätzlich zur bisherigen Struktur für die Fernwärmeaufbringung ab 2036 ein Niedertemperaturnetz in Betrieb genommen, das aus Großwärmepumpen gespeist wird. Die Wärme wird vor allem aus der Donau bzw. dem Donaukanal entnommen.

2.1.5 Sektor Industrie

Kreislaufwirtschaft und Recycling

Bis zum Jahr 2050 entwickelt sich die Gesellschaft zu einer low waste society. Durch europaweit verstärktes Umweltbewusstsein, gepaart mit entsprechenden finanziellen Anreizen und gesetzlichen Regelungen (ECO-Design Richtlinie mit ambitionierten Recycling-Kriterien), stehen europaweit deutlich mehr Altstoffe zur Verfügung (dadurch kann z. B. mehr Elektrostahl statt Hochofenstahl erzeugt werden). Das Recycling der Produkte wird durch verbindliche und ambitionierte Recyclingziele, intelligentes Design und Pfandsysteme begünstigt. Kreislaufwirtschaft und die kaskadische Nutzung von Ressourcen haben sich in der Industrie und darüber hinaus etabliert. Zum Teil werden Produkte vom Hersteller vermietet („leasing“) und können so nach der Nutzung weiter im Produktionsprozess gehalten werden.

Die Produkte sind durch das verbesserte Recycling mit weniger Emissionen belastet. Bei den Produkten wird der gesamte Produktlebenszyklus im Sinne einer Ökobilanz bewertet und Teil von Geschäftsbeziehungen (Business-to-Business – B2B bzw. EndkundInnen).

Verpackung wird auf ein unerlässliches Ausmaß reduziert.

Die Produkte wandeln sich von kurzlebigen, billigen Erzeugnissen zurück zu langlebigen, hochqualitativen Wertgütern, die auch von mehreren Personen/Parteien bis zum Ende der Lebensdauer genutzt werden („sharing“). Die gesetzlichen Garantiezeiten werden erhöht, geplante Obsoleszenz bestraft. Defekte Geräte werden nicht weggeworfen, sondern in der Regel repariert bzw. deren Komponenten wiederverwendet (Re-Use, Upgrade). Die Menge der in Österreich erzeugten Produkte geht zurück, durch die höheren Preise pro Produkt (aufgrund der hohen Qualität) sinkt der Produktionswert aber kaum, z. B. durch eine Verschiebung der Grundstoffindustrie zur Endfertigung.

langlebige Produkte

Durch die langlebigeren Produkte sinkt auch das Aufkommen im Güterverkehr (siehe Kapitel 2.1.2). Zudem geht die Produktion von Automobilen durch die Reduktion des motorisierten Individualverkehrs zugunsten von ÖV und Sharing-Konzepten zurück. Für die Eisen- und Stahlindustrie wird angenommen, dass Hot Briquetted Iron (Eisenschwamm) importiert wird. Dieser Einsatz wirkt sich positiv auf die THG-Reduktion aus, nicht jedoch auf den energetischen Endverbrauch. Hinsichtlich zu erwartender Strukturbereinigungen der europäischen Stahlindustrie ist nicht davon auszugehen, dass österreichische Anlagen davon betroffen sein werden.

Auch für die anderen österreichischen industriellen Sektoren ist von einer mäßigen Betroffenheit der europäischen Strukturbereinigung auszugehen, da Österreich schon länger ein Hochpreisland ist.

Als Konsequenz der rückläufigen Abfallmengen werden nicht alle Abfallverbrennungsanlagen am Ende der Lebenszeit ersetzt, sodass die Kapazität in Österreich geringer wird.

Aufgrund sehr guter Ausbildung des Personals und neuer Betriebskonzepte („job sharing“) ist die Produktion in Europa weiterhin wettbewerbsfähig.

Basierend auf dem „Internet der Dinge“ zeichnet sich die „intelligente Fabrik“ der Industrie 4.0 durch Wandlungsfähigkeit, Ressourceneffizienz, ergonomische Gestaltung sowie die Integration von KundInnen und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse aus.

Durch zukünftige innovative Technologien¹⁰ (ENERGIEINSTITUT 2014) und Verbesserung der bestehenden Techniken (z. B. Digitale Fabrik) werden pro Wertschöpfungseinheit weniger Energie und Rohstoffe benötigt. Flexible und adaptive Produktionstechnologien und -prozesse erlauben es, alternative und sekundäre Rohstoffe sowie erneuerbare Energien optimal einzusetzen. Österreich ist Innovationsführer im Bereich industrieller Rohstoff- und Energieeffizienz. Diese Aspekte werden schon beim Bau der Anlagen oder Anlagenteile einbezogen. Zu besonders energieintensiven Produkten werden entweder alternative Einsatzstoffe gefunden (Substitution), oder die Herstellung wird sukzessive auf (erneuerbaren) Strom umgestellt.

innovative Technologien

¹⁰ Zu erwarten auf Basis von „Waves of innovation“ in z.B. (STERN 2015)

gesicherte Finanzierung	Es steht genügend Kapital zur Verfügung, um langfristig wirksame Effizienzmaßnahmen zu finanzieren (auch bei einem Return on Investment – ROI > 10 Jahre). Dabei spielt auch „crowd funding“ eine Rolle. Das BIP ist nicht mehr das zentrale Bewertungskriterium für Wohlstand, sondern wird durch andere Indikatoren ergänzt und ersetzt, die auch gesellschaftliche Wohlfahrt, Verteilungsgerechtigkeit und Lebensqualität bemessen.
fossilfreie Energieträger	Die Produktion greift vermehrt auf den Energieträger Elektrizität zu, da kohlenstoffbasierte Energieträger signifikant teurer werden (über den CO ₂ -Preis und steigende Förderkosten). „Fossilfrei erzeugt“ wird ein Gütezeichen. Carbon Capture and Use hat nur einen sehr kleinen Markt. Carbon Capture and Storage wird nicht in den Szenarien abgebildet.
Einsatz von Biomasse	Torrefizierung oder Holzvergasung (um überzählige Biomasse in Industriebetrieben für Hochtemperaturprozesse einzusetzen) bleiben auf niedrigem Niveau. Biomasse wird vermehrt stofflich verwertet (Bau, Dämmung), schlecht verbrennbare Biomasse wird zur Herstellung von synthetischen Gasen und Kraftstoffen verwendet.
Ausbau der Energiedienstleistungen	Produktionsunternehmen bieten in der Breite produktbegleitende Dienstleistungen an, welche die Energieeffizienz auch bei dem Kunden/der Kundin und dem Endverbraucher/der Endverbraucherin deutlich steigern. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus ist Standard. Es existiert ein ausgeprägter Markt für „Contracting“ und Energiedienstleistungen.

2.2 Maßnahmen

Aus den Storylines wurden die folgenden 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).

Maßnahmen ab 2021 Die Wirkung der Maßnahmen setzt üblicherweise frühestens ab dem Jahr 2021 ein, in Einzelfällen kann es zu modellbedingten Anpassungen in früheren Jahren kommen.

Allgemeine und begleitende Maßnahmen

- Entwicklung einer gemeinsamen gesellschaftlichen Vision,
- Festlegung von verbindlichen Zielen für 2030, 2040 und 2050,
- Einrichtung eines Monitorings und regelmäßiger Evaluierungen,
- Entwicklung von Finanzierungsmodellen mit langfristigem ROI,
- Entwicklung von nachhaltigen Geschäftsmodellen (vom Energieversorger zum Energiedienstleister),
- Wagnisfinanzierung (Bereitstellen von Risikokapital und Schaffen von Regelungen zur Finanzierung von Projekten mit höherer Ausfallwahrscheinlichkeit bzw. längerer Dauer),
- Förderung von Änderungen im Lebensstil und in den Konsummustern u. a. durch Bereitstellung und durch Unterstützung von Sharing-Angeboten („sharing economy“),

- Förderung von Umweltbewusstsein in Erziehung und Bildung durch entsprechende staatliche Angebote; Anwendung der vorhandenen technischen und administrativen Möglichkeiten im Umweltschutz,
- Integration der Zuwanderer in den Arbeitsmarkt und in soziale Prozesse,
- soziale Gerechtigkeit durch mehr Verteilungsgerechtigkeit,
- ausgebauten Bildungs- und Stipendienangebot,
- verstärkte Forschungsförderung im Bereich Nachhaltigkeit,
- Internalisierung externer Kosten,
- Abschaffung umweltkontraproduktiver Subventionen,
- leichter Zugang zu Arbeit durch Crowdfunding, aber unter Mitbestimmung der ArbeitnehmerInnen zur Sicherung von Arbeitsrechten,
- politische Sensibilisierung der Bevölkerung durch direkte und/oder partizipatorische Demokratie.

Verkehr

Maßnahmen im Bereich Verkehr

- **EU-weite Energiesteuer-Richtlinie auf Kohlenstoff in fossilen Energieträgern**

Bedingt durch eine modifizierte EU-Energiesteuer-Richtlinie werden Kraftstoffe auf der Grundlage der CO₂-Emissionen sowie des Energiegehalts EU-weit einheitlich besteuert, wodurch sich Diesel- und Benzinpreise EU-weit angleichen; der preisbedingte Kraftstoffexport im Tank fällt somit weg, nur der strukturell bedingte bleibt.

- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Regime und Förderungen zur Reduktion der Personenverkehrsleistung (Pkm) und schrittweise Abschaffung umweltkontraproduktiver Förderungen (derzeitiges Pendlerpauschale)**

bedingt durch eine umfassende Energieraumplanung, veränderte Lebensstile (Zuzug in Städte, Pkw-Besitz und Führerschein nicht mehr ultimativ wichtig für junge Leute), gut ausgebaute ÖV-Netze und veränderte Verkehrsmittelwahl (hin zum Umweltverbund (ÖV, Rad, Fuß)), verringern sich der Motorisierungsgrad und die Anzahl der Personenkilometer.

- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Regime und Förderungen zur Forcierung von Elektromobilität**

Im Jahr 2050 sind E-Fahrzeuge die vorherrschende Technologie mit 87 % am Pkw-Flottenanteil.

Teilelektrifizierung findet im leichten Lkw-Bereich statt, speziell Kleintransporter und Klein-Lkw (Klasse LNF) sind sehr batterieaffin. Auch die im Jahr 2050 fahrenden Busse werden zum Teil elektrisch betrieben.

- **Klima:aktiv mobil „für alle“**

Annahmen entsprechen der Maßnahme im WAM plus 2013 und Fortschreibung bis 2050 (UMWELTBUNDESAMT 2013).

- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Preissignale, Regime und Förderungen zur Reduktion der Güterverkehrsleistung (Tkm)**

Bedingt durch eine umfassende Energieraumplanung, geänderte Lebensstile (Re-Use, Recycle), Re-Regionalisierung der Wirtschaft, regionale Wirtschaftskreisläufe mit reduzierten Transportdistanzen, flächendeckendes Roadpricing etc.

- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Preissignale, Regime und Förderungen zur Verlagerung auf Schienen-Güterverkehr**

Der Anteil der Schiene am Güterverkehr erhöht sich bedingt durch EU Vorgaben (wie im Weißbuch Verkehr 2010: Distanzen > 300 km sind bevorzugt auf die Schiene zu verlagern), durch Internalisierung externer Kosten, Schaffung von EU-Super-Transportkorridoren, Anschlussbahn- und Tonnageverpflichtung auf der Bahn für Industrieunternehmen, flächendeckendes Lkw-Roadpricing, etc.

- **Verschärfte Emissionsstandards bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF)**

Durch verschärfte Emissionsstandards bei SNF und ob der Tatsache, dass Elektromobilität für den Fernverkehr im Güterverkehr keine Breakthrough-Technologie ist, werden verstärkt alternative Kraftstoffe (z. B. Biogas und Wasserstoff) eingesetzt.

Exogene Berechnungen, die sich durch andere Maßnahmen ergeben:

- **Elektrifizierung der Verdichterstationen**

Die Verdichterstationen stellen aufgrund höherer CO₂- und Rohstoffpreise den Betrieb von Erdgas auf elektrische Energie um.

- **Luftverkehr**

Aufgrund eines geänderten Lebensstils und Umweltbewusstseins wird das Aufkommen niedriger (z. B. Ersetzen von Kurzstreckenflügen durch Bahnreisen). Auch der Emissionshandel für den Flugverkehr und die Anwendung besser verfügbarer Technologien tragen zu einer geringeren Aktivität bei.

Maßnahmen im Bereich Gebäude

Gebäude

Die Maßnahmen zielen darauf ab, dass möglichst rasch mit tiefgreifenden Sanierungen begonnen wird, da nur dadurch langfristige Effekte und Einsparungen erreicht werden. Für die Gebäude wird ein **Integriertes Maßnahmenpaket** geschnürt, das die folgenden Instrumente umfasst:

- **Änderungen im Mietrecht (§18 MRG) und Eigentumsrecht**

Zum Abbau von Barrieren im Mietrecht und Eigentumsrecht und zur Entschärfung des Dilemmas zwischen Nutzer und Inhaber kann der Vermieter den Mietzins nach qualitativ hochwertiger Sanierung entsprechend der Energiekosteneinsparung erhöhen, wobei die Abschreibungszeit auf 30 Jahre angenommen wird, d. h. die Kosten dürfen nicht kurzfristig auf den Mieter abgewälzt werden (vgl. Problematik, die derzeit in Deutschland besteht);

In Kombination mit der Maßnahme zur verpflichtenden thermisch energetischen Sanierung (siehe unten) dient dieses Instrument einerseits zur Abfederung der Kosten für den Vermieter und andererseits zum Schutz für den Mieter

- **Bauordnung**

Neubau und Sanierung: ab 2020 weitere Verschärfung im nationalen Plan

- Erhöhte Compliance mit Bauordnung etc. durch Ausbildung, Kontrollen, Qualitätscheck (z. B. Wärmebilder nach Sanierung und allfällige Korrekturen) und Sanktionen bei Nichterfüllung der Kriterien;
- führt zu verbesserter Sanierungsrate, geringerem Energiebedarf im Neubau (ambitionierter Wert, ab 2025 in Richtung Passivhausstandard (HWB 15–20 kWh/m²/a) und nach Sanierung.

- **Verstärkte Energieraumplanung/Raumordnung** (Best Practice Beispiele von Bezirken und Gemeinden in z. B. Tirol, Stmk, NÖ) (siehe Kapitel 2.1.2)
 - stärkerer Neubau von MFH/Reihenhäusern als von EFH;
 - Forcierung von Wärmenetzen und verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger (Fernwärme, Solarthermie, Wärmepumpen und Kombinationen davon)
 - flächensparendes Bauen und Nachverdichtung (Aufstockung, gekoppelte Bauweise) führt zu verdichtetem Wohnraum;
- **Einsatzpflicht erneuerbare Wärme oder hocheffizienter Fernwärme**
 - Für Neubau und Sanierung (gemäß RES-RL Art 13(4)) ab 2021 (RES-H Anteil 100 %);
 - ab 2030 bei Heizsystem-Wechsel (30 %);
 - stufenweise Erhöhung der Anforderungen bzw. der Pönalen oder Ersatzmaßnahmen);
 Beispiel Regelung in Baden-Württemberg: Erneuerbare oder Effizienznachweis bei Heizsystem-Wechsel.
- **CO₂-Abgabe in Höhe €/t CO₂ wie in ETS**
 oder eine Neugestaltung der Mineralölsteuer und der Erdgasabgabe; Die Abgabe wirkt in allen Sektoren; 2030: 35 €/t; 2050: 162 €/t zusätzlich zu bestehenden Abgaben.
- **Verpflichtende thermisch-energetische Sanierung bzw. gebäudespezifische Sanierungsfahrpläne**
 - Als Voraussetzung werden für alle Gebäude qualitativ hochwertige und belastbare Energieausweise erstellt, die auch Kontrollen unterliegen.
 - Es gibt auch Sanktionen für falsch erstellte Energieausweise.
 - Es gibt zeitlich abgestufte Vorgaben (sinkend bis 2050), bis zu welchem Jahr der HWB-Wert ein bestimmtes Maß (charakteristische Länge) nicht überschreiten darf. Bei Gebäuden, die darüber liegen, muss eine Sanierung verpflichtend durchgeführt werden.
 Dadurch gibt es Rechtssicherheit, wann eine Sanierung durchgeführt werden muss. Wird die Sanierung vorgezogen, erhält man eine Förderung. Wird die Sanierung tiefgreifend gemacht, ist die Förderung höher. Macht man die Sanierung erst, wenn man muss, gibt es nur eine Förderung bei tiefgreifender Sanierung. Wer keine Sanierung macht, muss eine jährliche Abgabe zahlen, bis die Sanierung erfolgt.
 Ausnahmen gibt es beim Schutz von historischen Fassaden und Denkmalschutz-Gebäuden.
- **Zielgerichtete Förderung für EE-Wärme und Sanierung**
 - Verstärkte Förderung hochqualitativer, „tiefer“ Gebäudesanierung, während Förderungen von Standard-Sanierungen konstant gehalten werden; das bezieht sich auch auf den Einbau erneuerbarer Wärme-Systeme;
 - ab 2035 keine Förderung für verpflichtende Standardsanierung mehr, nur für vorgezogene und hochqualitative Sanierungen.
- **Energie-Check** bei allen österreichischen Haushalten
 - Führt zu Einsparungen quer über alle Energieträger; über Jahresnutzungsgrad-Verbesserung im laufenden Betrieb (betroffene Haushalte), erhöhte Investitionsbereitschaft in Sanierung/Kesseltausch, günstigere Preise für Energieträger;

- steigende Motivation, eine Sanierung durchzuführen (trotzdem werden nicht 100% aller wirtschaftlichen Sanierungen durchgeführt);
- (optional) unabhängiger „Sanierungs-Manager“ (Fokus Einfamilienhäuser) führt Sanierung durch, macht Qualitätskontrollen (ähnlich wie Baumeister den Hausbau; gedacht ist dieser Manager als Dienstleister einer intensivierte Energieberatung, der auch einer Hausverwaltung angehören kann, ein/e Gemeindebedienstete/r oder Zusatzangebot einer Baufirma ist);
- (als Voraussetzung für die Förderung); evtl. verpflichtender Sanierungsmanager, wenn Sanierungsverpflichtung schlagend wird;
- gebäudespezifische Sanierungsfahrpläne, Energie-Checks etc. (Reduktion von „Pinselsanierung“ und höhere Qualität von stufenweiser Sanierung).
- **Begleitende Maßnahme/Annahme:** Technologie-Entwicklung Gebäudesanierung und EE-Wärme tiefe, hochqualitative Sanierung wird günstiger¹¹ und zunehmend verbreitet (sinkende Barrieren).
- **Effizienzprüfungen für Heizsysteme**
Ähnlich mit Energie-Check; jedoch hier verpflichtende „Pickerl“-Prüfung;
 - erhöht Effizienz bei älteren Kesseln;
 - mehr Breitenwirkung (Pflicht) als Energie-Check (freiwillig);
 - höhere Kesseltauschräte;
 - konsequente Einhaltung bestehender Richtlinien und Emissionsgrenzwerte (durch entsprechende Prüfungen);Eine analoge Initiative für Nichtwohngebäude.

Industrie

- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Internalisierung externer Kosten („Get the prices right“), Vereinbarungen, Regime und Förderungen zur Substitution durch energie-/emissionsärmere Produkte**
 - langlebige, hochqualitative und damit teurere Produkte;
 - bessere Information über Ökobilanz von Produkten im B2B und Endkundenbereich;
 - gemeinsame Nutzung durch mehrere Kunden;
 - Leasing vom Hersteller;
 - Betrachtung des Produkts inkl. Vorkette.
- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Internalisierung externer Kosten („Get the prices right“), Regime und Förderungen zur Substitution durch energie-/emissionsärmere Rohstoffe/Edukte**
verbessertes Recycling (u. a. durch veränderte ECO-Design RL) in der gesamten EU führt zu höherer Verfügbarkeit von Ersatz-/Sekundärrohstoffen; dadurch z. B. höhere Quote von Elektrostahl möglich.
- **Effizienzsteigerung (durch z. B. Nachfolger des Energieeffizienzgesetzes)**
 - Einsatz neuer Technologien (Investitionen);
 - Einsatz effizienter Geräte in der Produktion;

¹¹ Quantifizierung: –10 % Kostenreduktion bis 2050 im Vergleich zu WAM

- Energieberatung und Energiemanagementsysteme;
- Energiesparen und Energieeffizienz werden zu einem Geschäftsmodell für innovative Unternehmen.

Energie und Industrie

- **Ausgestaltung EU-Emissionshandel (ETS)**

Durch die Herausnahme von Zertifikaten aus dem System kommt es zu einem Preisanstieg im EU-ETS nach dem Jahr 2030 bis zu 162 €/t CO₂ im Jahr 2050 (dies entspricht ohne Inflationsbereinigung im Jahr 2050 einem Preis von ca. 370 €)

- **CO₂-Steuer für non-ETS in der gleichen Höhe wie ETS**

Eine Abgabe auf fossile Energieträger wird auch für die Anlagen und Verbraucher eingeführt, die nicht am EU-ETS teilnehmen. Die Höhe wird näherungsweise an den ETS-Preis angepasst.

- **Reduktion der Energieabgabenvergütung**

keine (versteckten) Förderung mehr für fossile Energieträger.

Energie

- Verbindliche Festlegung von Zielen für den Anteil erneuerbarer Energieträger in den Jahren 2030 und 2050
 - führt zum verstärkter Ersatz fossiler Erzeugungskapazität durch erneuerbare Energie (Wind, PV, Wasser, Umgebungswärme (inkl. Solarthermie, Geothermie und Wärmepumpen));
 - durch technologische Verbesserungen;
 - durch Preissignale (auch außerhalb des ETS);
 - durch Kostendegression bei Erneuerbaren bei gleichzeitiger Verteuerung von Fossilien;
 - durch Marktfähigkeit neuer Speichertechnologien).
- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Regime und Förderungen zur verstärkten Nutzung von Abwärme**
erhöht Produktion aus Solarthermie und erhöht Fernwärmeoutput bei gleichem Umwandlungseinsatz der Autoproducer
- **Ordnungsrechtliche Maßnahmen, Vereinbarungen, Regime und Förderungen zur Nutzung von auf Biomasse (fest, gasförmig) basierenden Nahwärmenetzen in Verbindung mit hocheffizienten KWK**
Die Nebenprodukte der Holz- und Papierindustrie werden weiterhin zur Energieaufbringung genutzt. Biogas, das nicht in den Transportsektor eingeht, wird ebenso genutzt.

2.3 Ergebnisse – Gesamtdarstellung

2.3.1 Bruttoinlandsverbrauch

Für die Darstellung des Bruttoinlandsverbrauchs (BIV) von einzelnen Energieträgern wurde auf die relevanten Ergebnisse der einzelnen Modellberechnungen (AEA 2015, EEG 205, IVT 2015, UMWELTBUNDESAMT 2015c) zurückgegriffen.

Bruttoinlandsverbrauch sinkt

Der Bruttoinlandsverbrauch sinkt kontinuierlich und liegt 2050 um 560 PJ niedriger als 2010 (siehe Tabelle 3). Bis zum Jahr 2015 liegt der Verbrauch unter den aktuellen Rahmenbedingungen in den bisherigen Größenordnungen (BIV 2013 liegt bei 1.425 PJ (STATISTIK AUSTRIA 2014)), sinkt bis 2020 durch die Maßnahmen im Szenario WAM und nachfolgend durch die zusätzlichen Maßnahmen in allen Bereichen außer den Transportverlusten.

Veränderungen bei den Energieträgern

Bei allen Energieträgern (außer den erneuerbaren) nimmt der Verbrauch im Vergleich zum Jahr 2010 ab. Ab 2019 findet kein Nettostromimport mehr statt und der Nettostromexport steigt bis zum Jahr 2050 auf 60 PJ (siehe Tabelle 4). Aus modelltechnischen Gründen konnten keine expliziten zusätzlichen Speichertechnologien in die Modellierung aufgenommen werden, es wird aber sehr wohl angenommen, dass solche bis 2050 zum Einsatz kommen werden.

Tabelle 3: Bruttoinlandsverbrauch für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (auf ganze Zahlen gerundet). Der Umwandlungsausstoß wird abgezogen (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Kategorien	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ						
Umwandlungseinsatz	878	877	900	916	625	475
Umwandlungsausstoß	766	781	806	832	566	431
nichtenergetischer Verbrauch	123	118	113	105	99	91
Transportverluste	20	20	21	24	25	25
Verbrauch des Sektors Energie	74	84	82	79	58	48
energetischer Endverbrauch	1.138	1.121	1.042	937	801	698
Bruttoinlandsverbrauch	1.467	1.438	1.352	1.229	1.042	907

Tabelle 4: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (auf ganze Zahlen gerundet) (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ						
Kohle	143	127	110	76	61	48
Öl	549	540	466	384	343	219
Gas	344	305	292	263	240	128
Erneuerbare	395	417	462	507	508	537
Abfall	28	30	32	32	31	25
Wasserstoff	–	–	–	–	–	9
Nettostromimporte	8	21	–9	–33	–43	–60

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich mit dem Szenario WAM ist der Bruttoinlandsverbrauch im Szenario WAM plus im Jahr 2030 um 152 PJ und im Jahr 2050 um 520 PJ niedriger. Der Einsatz von fossilen Brennstoffen inkl. Abfall ist um 152 PJ (2030) bzw. 520 PJ (2050) geringer, der Einsatz aus Erneuerbaren ist im Jahr 2030 um 1,4 PJ niedriger, im Jahr 2050 um 10 PJ höher als im Szenario WAM. Die Nettostromexporte sind um 29 PJ (2030) bzw. 87 PJ (2050) höher.

2.3.2 Energetischer Endverbrauch – Gesamtverbrauch

Zur Darstellung des österreichischen energetischen Endverbrauchs einzelner Sektoren wurden die relevanten Modellergebnisse herangezogen. In Tabelle 5 ist der energetische Endverbrauch für einzelne Sektoren dargestellt, in Tabelle 6 nach Energieträgern. Der Gesamtverbrauch der Sektoren Verkehr, Landwirtschaft, Industrie, Haushalte und Dienstleistungen wird in Kapitel 2.4 nach Energieträgern aufgeschlüsselt. Im Sektor Verkehr sind die Verdichterstationen inkludiert.

Der Verbrauch von Kohlestaub, Koks und Heizöl im Hochofen (27 PJ im Jahr 2030 und 24 PJ im Jahr 2050) wird in den Energiebilanzen 1970–2012 als nichtenergetischer Verbrauch geführt und ist daher im energetischen Endverbrauch nicht inkludiert.

Tabelle 5: Energetischer Endverbrauch nach Sektoren für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (auf ganze Zahlen gerundet). Der Offroad-Bereich wurde dem Sektor Verkehr zugeordnet (Quellen: AEA 2015, EEG 2015, IVT 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Sektoren	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ						
Verkehr	391	410	347	299	247	208
Industrie	315	317	325	322	296	271
Haushalte	287	252	236	202	167	142
Dienstleistungen	131	129	122	102	80	66
Landwirtschaft	14	13	13	12	12	11
energetischer Endverbrauch	1.138	1.121	1.042	937	801	698

Tabelle 6: Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (auf ganze Zahlen gerundet) (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ						
Kohle	22	22	19	16	12	8,6
Öl	434	434	363	284	215	164
Gas	199	197	190	169	134	102
Biomasse	157	151	150	137	116	102
Abfall	14	13	14	14	13	12
Wasserstoff	–	–	–	–	1	9
Strom	222	217	213	214	216	211
Wärme	90	87	92	102	93	90

**energetischer
Endverbrauch sinkt**

Der energetische Endverbrauch sinkt vom Bilanzwert 2010 bis zum Jahr 2020 um 96 PJ. Mit dem Verbrauch unter 1.050 PJ im Jahr 2020 wird eine wichtige Zielvorgabe des Energieeffizienzgesetzes (EEffG) eingehalten. Bis zum Jahr 2030 sinkt der Verbrauch im Vergleich zum Jahr 2010 um 201 PJ und bis zum Jahr 2050 um 439 PJ.

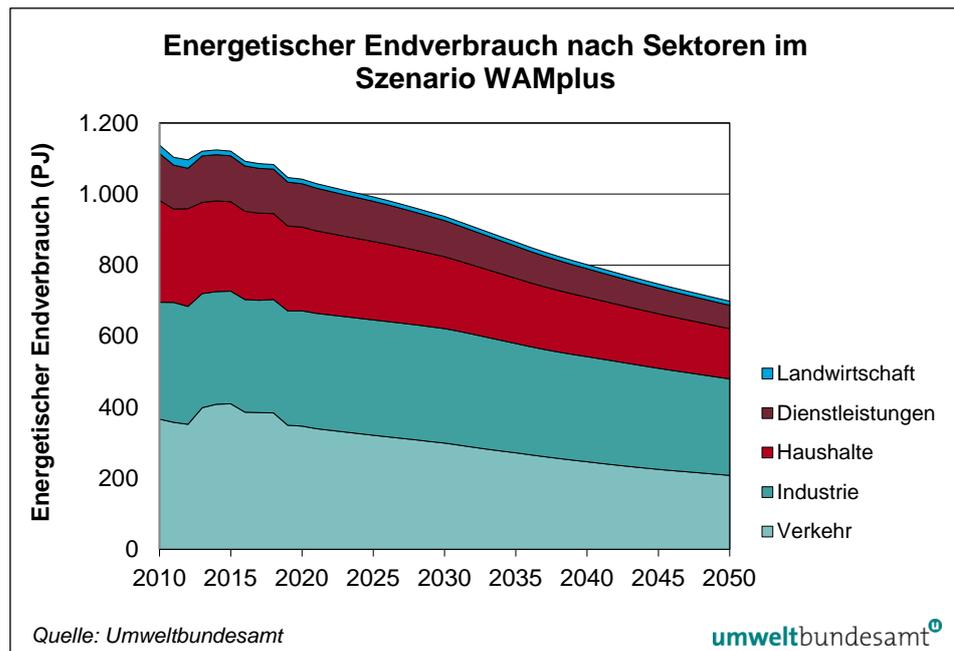
**Veränderung bei
den Sektoren**

Bei den einzelnen Sektoren wird der Verbrauch des Sektors Verkehr bis zum Jahr 2020 durch die Erhöhung der Mineralölsteuer und Effizienzsteigerungen der Flotte (entspricht der Umsetzung des EEffG im Verkehrssektors) um 44 PJ reduziert, bis zum Jahr 2050 sinkt er durch die Vermeidungs- und Verlagerungsmaßnahmen sogar um 183 PJ gegenüber 2010. Der Verbrauch der Industrie ist bis 2015 weitgehend konstant, da die stärker steigenden Energiepreise den durch das Wirtschaftswachstum bedingten Mehrverbrauch kompensieren. Bis 2020 wächst der Verbrauch um 10 PJ gegenüber 2010, danach wirken die Effizienzsteigerungen in der Herstellung und die Veränderungen in der Produktbenutzung gemeinsam mit den anderen Maßnahmen, was zu einer Verminderung des Verbrauchs bis 2050 um 44 PJ gegen 2010 führt. Der Verbrauch der Landwirtschaft verläuft leicht rückläufig und sinkt im Vergleich zu 2010 um 2,1 PJ bis 2050. Der Verbrauch von Haushalten und Dienstleistungen sinkt aufgrund der Energieraumplanung und der effizienteren Ausgestaltung der Sanierung um insgesamt 114 PJ bis 2030 und 210 PJ bis 2050 (siehe Abbildung 2).

**Veränderung bei
den Energieträgern**

Bei den Energieträgern sinkt der Verbrauch von Öl gegenüber 2010 um 150 PJ bis 2030 und 270 PJ bis 2050, bei Gas um 30 PJ bzw. 97 PJ, der Verbrauch von Kohle nimmt bis 2030 um 5,5 und bis 2050 um 13 PJ ab. Der Verbrauch von Biomasse sinkt bis 2030 um 20 PJ und bis 2050 um 56 PJ. Der Verbrauch von Abfall ist bis 2030 konstant und sinkt bis 2050 um 2,1 PJ. Der Stromverbrauch sinkt bis 2030 um 7,1 PJ und bis 2050 um 10 PJ, jener von Wärme steigt bis 2030 um 12 PJ und fällt bis 2050 auf den Wert von 2010. Ab etwa 2020 beginnt (zunächst auf niedrigem Niveau) die Nutzung von Wasserstoff im Verkehr, die bis 2050 auf 9,4 PJ steigt.

Abbildung 2:
Energetischer
Endverbrauch nach
Sektoren im Szenario
WAM plus.



Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich mit dem Szenario WAM ist der energetische Endverbrauch im Jahr 2030 um 106 PJ und im Jahr 2050 um 373 PJ geringer; von Letzterem entfallen 124 PJ auf den Sektor Verkehr, 172 PJ auf Industrie, 41 PJ auf Haushalte, 35 PJ auf Dienstleistungen und 2,1 PJ auf die Landwirtschaft.

Bei den Energieträgern sinkt der Verbrauch von Öl im Jahr 2050 um 118 PJ, von Gas um 67 PJ, von Strom um 126 PJ, von Biomasse um 37 PJ, von Kohle um 11 PJ, von Wärme um 9,1 PJ und von Abfall um 5,2 PJ.

2.3.3 Nichtenergetischer Verbrauch, Verbrauch des Sektors Energie, Transportverluste

Für eine Beschreibung der Kategorien und Berechnungsmethoden siehe Kapitel 3.2.3 im Vorgängerbericht (UMWELTBUNDESAMT 2015a). Der nichtenergetische Verbrauch, der Verbrauch des Sektors Energie und die Transportverluste sind für ausgewählte Jahre in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Nichtenergetischer Verbrauch, Verbrauch des Sektors Energie und Transportverluste für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
	in PJ					
nichtenergetischer Verbrauch	123	118	113	105	99	91
Transportverluste	20	20	21	24	25	25
Verbrauch des Sektors Energie	74	84	82	79	58	48

Im nichtenergetischen Verbrauch wirkt sich die Umstrukturierung in der Eisen- und Stahlindustrie (weniger Hochofenstahl, mehr Elektrostahl) ebenso aus wie die Steigerung der Ressourceneffizienz. Daher sinkt der Verbrauch bis 2050 um 32 PJ.

nichtenergetischer Verbrauch

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 60 PJ) steigt der VdSE für den Energieträger Strom bis 2050 um 13 PJ gegenüber 2010. Insgesamt sinkt der VdSE bis 2050 aber um 26 PJ.

Verbrauch des Sektors Energie

Für Geothermie und Großwärmepumpen werden prozentuell höhere Transportverluste angenommen als für Erdgas- und Biomassenetze, daher steigen die Transportverluste im Vergleich zum Jahr 2010 um 5,1 PJ. Die Transportverluste für Strom betragen ca. 5 %.

Transportverluste

Vergleich zum Szenario WAM

Der nichtenergetische Verbrauch ist im Jahr 2050 um 41 PJ geringer als im Szenario WAM, der Verbrauch des Sektors Energie um 56 PJ und die Transportverluste um 2,4 PJ.

2.3.4 Anteil erneuerbarer Energieträger

Für die Darstellung der Ist-Situation wird auf Kapitel 3.2.4 im Vorgängerbericht verwiesen (UMWELTBUNDESAMT 2015a).

Anteil der Erneuerbaren steigt

Im Szenario WAM plus wird für das Jahr 2050 ein Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch von 66,6 % errechnet (siehe Tabelle 8). 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 60 PJ), andererseits aber auch nicht die Potenziale aller erneuerbaren Energieträger ausgeschöpft wurden. Beispielsweise ist für Photovoltaik ein Ausbau bis 20 GW im Modell implementiert, während auch 26 GW für möglich erachtet werden.

Tabelle 8: Anteil erneuerbarer Energieträger im Szenario WAM plus (auf ganze Zahlen gerundet)
(Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Kategorie	Energiebilanz	Szenario WAM plus				
	2010	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ						
energetischer Endverbrauch	1.138	1.121	1.042	937	801	698
Bruttoendenergieverbrauch	1.204	1.186	1.103	994	859	754
erneuerbare Energieträger	370	388	427	466	486	502
Anteil Erneuerbare	30,8 %	32,7%	38,7%	46,9%	56,5%	66,6%

Vergleich zum Szenario WAM

Der Anteil der erneuerbaren Energieträger ist im Jahr 2050 im Szenario WAM plus um 24 % höher als im Szenario WAM. Die anrechenbaren erneuerbaren Energieträger sind um 12 PJ höher, der Bruttoendenergieverbrauch dagegen um 393 PJ niedriger.

2.4 Ergebnisse – Einzeldarstellungen

2.4.1 Energetischer Endverbrauch – Industrie

Die Berechnung des Sektors Industrie wurde in Kapitel 3.3.1 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

In Tabelle 9 ist der energetische Endverbrauch für die gesamte Industrie angegeben. Der Verlauf wird in Abbildung 3 dargestellt.

Tabelle 9: Energetischer Endverbrauch der Industrie nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle	19.268	19.175	18.390	16.225	11.746	8.604
Öl (ohne Offroad)	16.166	13.076	12.856	11.919	8.707	5.815
Gas	105.707	108.089	109.680	108.550	93.042	79.033
Biomasse	52.542	52.050	54.936	57.215	53.264	50.016
Abfall	13.769	12.914	13.596	14.303	13.054	11.743
Strom	97.319	99.757	102.346	100.490	102.975	103.848
Wärme	10.497	11.902	12.713	13.409	12.974	12.348
energetischer Endverbrauch	315.268	316.963	324.515	322.111	295.761	271.407

Der energetische Endverbrauch der Industrie steigt bis zum Jahr 2020 um 9,2 PJ im Vergleich zum Bilanzjahr 2010. Ab 2021 fällt der energetische Endverbrauch und beträgt im Jahr 2030 noch 6,8 PJ mehr und im Jahr 2050 um 44 PJ weniger als im Jahr 2010. Bis 2030 wächst der Verbrauch der Energieträger Biomasse (4,7 PJ), Strom (3,2 PJ), Wärme (2,9 PJ), Gas (2,8 PJ) und Abfällen (0,5 PJ), während jener von Kohle (- 3,0 PJ) und Öl (- 4,2 PJ) zurückgeht.

Peak 2020

Bis 2050 steigt der Verbrauch von Strom (6,5 PJ) und Wärme (1,9 PJ), während der Einsatz aller anderen Energieträger stark sinkt: Gas (- 27 PJ), Kohle (- 11 PJ), Öl (- 10 PJ), Biomasse (- 2,5 PJ) und Abfall (- 2,0 PJ).

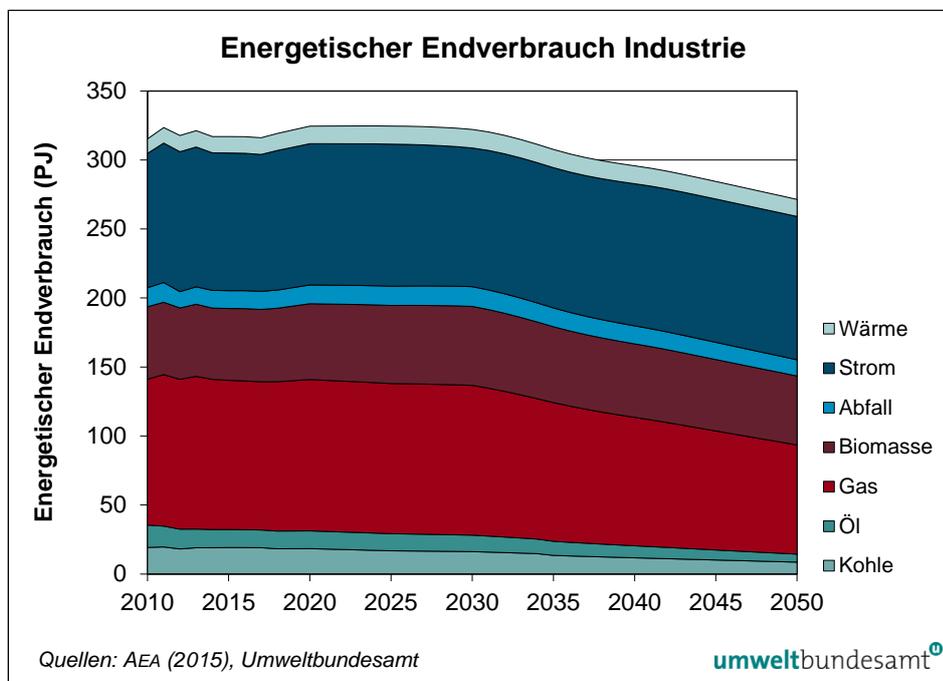


Abbildung 3: Energetischer Endverbrauch der Industrie nach Energieträgern im Szenario WAM plus.

Vergleich zum Szenario WAM

Aufgrund der angenommenen Effizienzsteigerungen und Einsparungen sinkt der Verbrauch im Szenario WAM plus um 59 PJ im Jahr 2030 und 171 PJ im Jahr 2050 gegenüber dem Szenario WAM. Bei den Energieträgern ist im Jahr 2050 der Einsatz von Strom um 93 PJ niedriger, von Gas um 39 PJ, von Biomasse um 12 PJ, von Kohle um 11 PJ, von Öl um 7,7 PJ, von Abfall um 5,2 PJ und von Wärme um 3,9 PJ.

Detailanalysen sind im Berichten des Umweltbundesamt beschrieben (UMWELTBUNDESAMT 2015c).

2.4.2 Energetischer Endverbrauch – Haushalte und Dienstleistungen

Die Berechnung der Sektoren Haushalte und Dienstleistungen wurde in Kapitel 3.3.2 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

Der energetische Endverbrauch für Haushalte ist in Tabelle 10, der für Dienstleistungen in Tabelle 11 angegeben. Der Verlauf wird in Abbildung 4 (Haushalte) und Abbildung 5 (Dienstleistungen) dargestellt.

2.4.2.1 Haushalte

energetischer Endverbrauch sinkt

Für den Sektor Haushalte ergibt sich eine Reduktion des energetischen Endverbrauchs im Jahr 2020 um 44 PJ gegenüber dem Bilanzjahr 2010, im Jahr 2050 von 145 PJ. Begründet ist dieser Rückgang mit einem geringeren Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser durch kompaktere Siedlungsstrukturen und hohe Qualität der thermischen Sanierung und der geringeren Zahl der Heizgradtage. Der Stromverbrauch sinkt durch Verwendung effizienter Geräte und Vermeidung von deren Gebrauch ohne Nutzung. Der Einsatz an fossilen Brennstoffen nimmt bis 2030 um 60 PJ und bis 2050 um 95 PJ ab, jener von Biomasse um 26 PJ bzw. 48 PJ. Der Strombedarf sinkt bis 2030 um 17 PJ und bis 2050 um 24 PJ. Bei Wärme (Umgebungswärme, Solarthermie und Fernwärme) ist als einzigem Energieträger ein Zuwachs von 19 PJ im Jahr 2030 und von 21 PJ im Jahr 2050 ausgewiesen.

Tabelle 10: Energetischer Endverbrauch der Haushalte in Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: EEG 2015, AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle	2.298	2.278	749	47	28	9
Öl (ohne Offroad)	58.135	42.631	34.406	15.559	8.183	3.903
Gas	56.048	52.830	49.506	40.624	29.265	17.592
Biomasse	70.629	60.297	57.181	44.155	32.043	23.059
Strom	61.426	53.029	49.135	44.765	40.615	37.373
Wärme (Umgebungswärme, Solarthermie und Fernwärme)	38.246	40.780	44.700	57.111	56.921	59.665
energetischer Endverbrauch	286.782	251.846	235.676	202.261	167.055	141.602

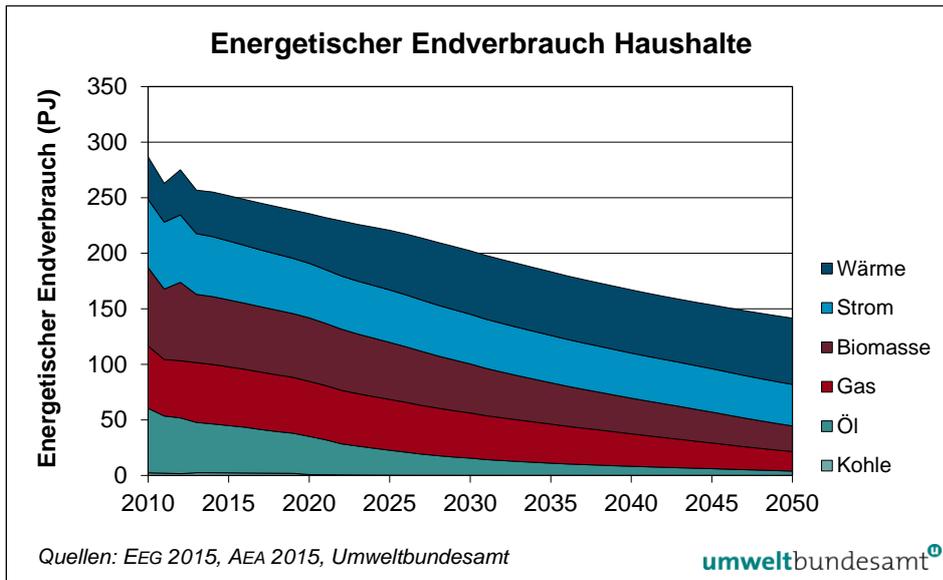


Abbildung 4:
Energetischer
Endverbrauch der
Haushalte nach
Energieträgern im
Szenario WAM plus.

Vergleich zum Szenario WAM

Im Jahr 2030 liegt der Gesamtverbrauch des Szenarios WAM plus um 2,3 PJ unter dem des Szenarios WAM, im Jahr 2050 ist der Gesamtverbrauch um 41 PJ niedriger. An Wärme (Umgebungswärme, Solarthermie und Fernwärme) wird 2050 um 1,1 PJ mehr verbraucht, der Verbrauch der anderen Energieträger ist niedriger: Gas um 14 PJ, Öl um 3,8 PJ, Biomasse um 15 PJ, Strom um 9,0 PJ und Kohle um 0,06 PJ.

2.4.2.2 Dienstleistungen

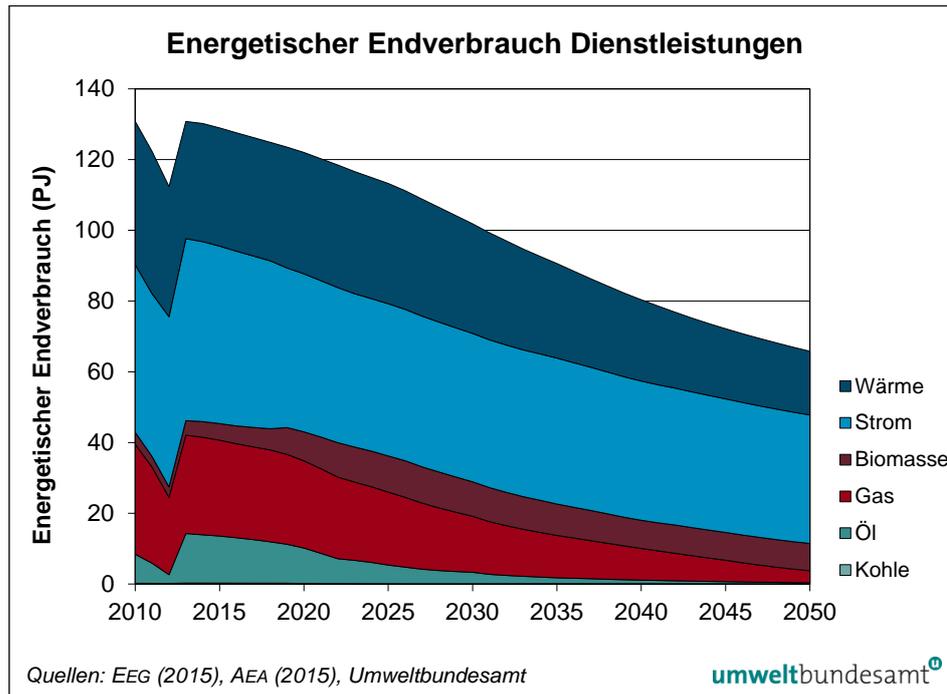
Im Dienstleistungssektor ist der Endverbrauch im Jahr 2030 um 29 PJ geringer als im Bilanzjahr 2010 und sinkt bis zum Jahr 2050 um 65 PJ. Bei fossilen Brennstoffen ergibt sich bis 2050 ein Rückgang um 36 PJ. Der Einsatz von Strom sinkt um 11 PJ, auch der Wärmeverbrauch nimmt um 23 PJ ab. Dagegen steigt der Biomasseverbrauch um 4,4 PJ.

**energetischer
Endverbrauch sinkt**

Tabelle 11: Energetischer Endverbrauch für Dienstleistungen nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: EEG 2015, AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle	200	250	92	42	40	16
Öl	8.185	13.303	10.068	3.265	1.048	313
Gas	31.112	27.106	24.664	15.829	8.956	3.400
Biomasse	3.362	4.697	8.192	9.753	7.967	7.726
Strom	47.413	50.182	44.694	41.958	39.372	36.341
Wärme (Umgebungswärme, Solarthermie und Fernwärme)	40.514	33.430	34.316	30.996	22.986	18.005
energetischer Endverbrauch	130.843	128.967	122.025	101.843	80.369	65.800

Abbildung 5:
Energetischer
Endverbrauch für
Dienstleistungen nach
Energieträgern im
Szenario WAM plus.



Vergleich zum Szenario WAM

Im Jahr 2030 liegt der Gesamtverbrauch des Szenarios WAM plus um 5,7 PJ unter dem Gesamtverbrauch des Szenarios WAM und im Jahr 2050 um 35 PJ. Im Jahr 2030 ist der Einsatz für jeden Energieträger niedriger, bei Strom um 17 PJ, bei Gas um 7,8 PJ, bei Wärme um 6,2 PJ, bei Biomasse um 2,6 PJ und bei Öl um 0,9 PJ,.

Detailanalysen sind in den Berichten der EEG (EEG 2015) und der AEA (AEA 2015) beschrieben.

2.4.3 Energetischer Endverbrauch – Verkehr

Veränderungen bei den Energieträgern

Die Berechnung des Sektors Verkehr wurde in Kapitel 3.3.3 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

Der energetische Endverbrauch ist im Jahr 2030 im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 um 92 PJ und im Jahr 2050 um 183 PJ niedriger. Hauptenergieträger im Sektor Verkehr sind und bleiben Diesel und Benzin, allerdings sinkt der Verbrauch von fossilen Ölprodukten bis zum Jahr 2030 um 98 PJ und durch die zunehmende Reduktion der Verkehrsleistung und Verlagerung auf den Umweltverbund bis zum Jahr 2050 um 197 PJ.

Der Einsatz von Biomasse sinkt bis 2030 um 4,4 PJ und bis 2050 um 9,7 PJ aufgrund der absolut sinkenden Beimengung von Biokraftstoffen bei sinkenden fossilen Kraftstoffabsätzen. Der Einsatz von Strom steigt um 13 PJ bis 2030 bzw. 19 PJ bis 2050 (siehe auch Kapitel 2.4.11). Ab 2020 beginnt der Einsatz von Wasserstofffahrzeugen, der bis 2050 einen Verbrauch von 9,4 PJ erreicht. Die Abnahme im Gasverbrauch ist nicht durch Gas-Pkw sondern durch die Verdichterstationen begründet. Der Verbrauch der Energieträger ist in Tabelle 12 aufgelistet und in Abbildung 6 dargestellt.

Tabelle 12: Energetischer Endverbrauch des Verkehrs nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: IVT 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle	6	5	4	4	3	2
Öl (inkl. Offroad)	351.021	364.999	305.852	252.874	197.055	153.594
Gas (inkl. Verdichterstationen)	5.995	8.304	5.894	3.751	2.369	1.120
Biomasse	21.832	24.494	20.757	17.383	14.258	12.180
Wasserstoff	–	–	1	11	1.300	9.425
Strom (inkl. Bahn und anderem Landverkehr)	12.481	11.826	14.310	25.133	31.530	31.783
energetischer Endverbrauch	391.335	409.627	346.817	299.156	246.517	208.104

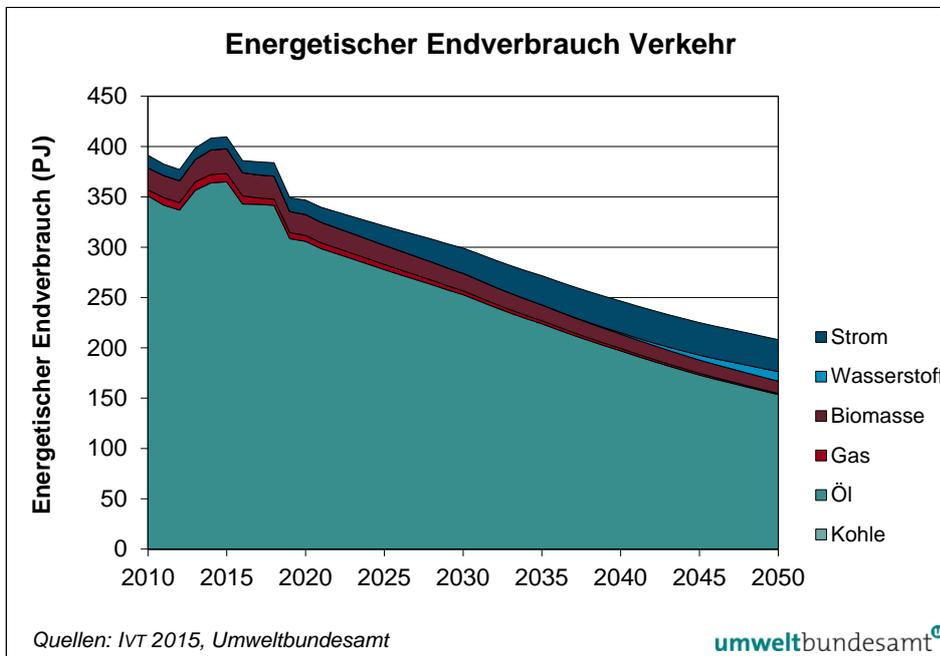


Abbildung 6: Energetischer Endverbrauch des Verkehrs nach Energieträgern im Szenario WAM plus.

Vergleich zum Szenario WAM

Im Jahr 2030 liegt der Gesamtverbrauch des Szenarios WAM plus um 38 PJ unter dem Gesamtverbrauch des Szenarios WAM, im Jahr 2050 um 124 PJ. In diesem Jahr ist der Einsatz von Öl um 106 PJ, von Gas um 5,8 PJ (Verdichterstationen), von Strom um 6,5 PJ (allgemeiner Rückgang der Fahrleistung und weniger Bedarf bei Verdichterstationen, höherer Bedarf bei der Eisenbahn) und von Biomasse um 6,0 PJ niedriger, nur der Wasserstoffverbrauch ist um 9,4 PJ höher.

Detailanalysen sind im Bericht des IVT der TU Graz beschrieben (IVT 2015).

2.4.4 Energetischer Endverbrauch – Landwirtschaft

energetischer Endverbrauch steigt

Die Berechnung des Sektors Landwirtschaft wurde in Kapitel 3.3.4 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben. Der energetische Endverbrauch nimmt bis zum Jahr 2030 um 1,9 PJ und bis zum Jahr 2050 um 2,1 PJ ab. Der Verbrauch sämtlicher Energieträger ist rückläufig. Die Energieträger sind in Tabelle 13 aufgelistet.

Tabelle 13: Energetischer Endverbrauch für Landwirtschaft nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle	50	–	–	–	–	–
Öl (ohne Offroad)	549	287	265	219	201	185
Gas	635	560	535	475	462	450
Biomasse	8.909	9.589	9.411	8.518	8.543	8.557
Strom	2.886	2.408	2.162	2.057	1.956	1.861
Wärme	509	484	466	420	406	393
energetischer Endverbrauch	13.540	13.328	12.839	11.690	11.569	11.445

Vergleich zum Szenario WAM

Der Endverbrauch ist im Szenario WAM plus im Jahr 2030 um 0,61 PJ, im Jahr 2050 um 2,1 PJ niedriger als im Szenario WAM. Der Einsatz von Biomasse bildet mit 0,49 PJ bzw. 1,4 PJ den Großteil der Differenz..

2.4.5 Gesamtstromverbrauch

Die Berechnung des Gesamtstromverbrauchs wurde in Kapitel 3.3.5 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

Strombedarf des Verkehrs

Im Sektor Verkehr steigt der Bedarf der Bahn im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 bis 2030 um 3,0 PJ und bis 2050 um 6,8 PJ. Der Verbrauch der Pkw steigt bis 2030 um 8,7 PJ und bis 2050 um 11 PJ. Der Strombedarf für Transport in Rohrfernleitungen steigt durch die Elektrifizierung der Verdichterstationen bis 2030 um 1,6 PJ und bis 2050 sogar um 2,0 PJ. Der Restposten in der Energiebilanz (Straßenbahnen, Omnibusse, Schilifte) wurde unverändert fortgeschrieben.

Strombedarf der Haushalte

Der Strombedarf bei Haushalten sinkt bis 2030 um 16 PJ und bis 2050 um 24 PJ. Am stärksten sinken die Nachfrage nach Bereitung von Warmwasser und Raumwärme, gefolgt von Beleuchtung (LED). Dagegen steigt der Klimatisierungsbedarf um 0,8 PJ.

Strombedarf der Dienstleistungen

Der Stromverbrauch im Sektor Dienstleistungen sinkt bis zum Jahr 2030 um 5,5 PJ und bis zum Jahr 2050 um 11 PJ. Die Nachfrage nach Raumwärme sinkt am stärksten, gefolgt von sonstigem Verbrauch und IT-Infrastruktur. Dagegen steigt der Klimatisierungsbedarf um 2,4 PJ.

Strombedarf der Industrie

Der Stromverbrauch der Industrie steigt kontinuierlich um 3,2 PJ bis zum Jahr 2030 und um 6,5 PJ bis zum Jahr 2050. Die einzelnen Branchen sind detailliert im Bericht der AEA dargestellt (AEA 2015).

Der Stromverbrauch im Sektor Landwirtschaft sinkt im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 im Jahr 2030 um 0,8 PJ bzw. 1,0 PJ im Jahr 2050. Der Verbrauch des Sektors Energie steigt im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 im Jahr 2030 um 8,4 PJ bzw. 14 PJ im Jahr 2050, da Nettostromimporte zunehmend durch Nettostromexporte ersetzt werden. Aus dem gleichen Grund steigen die Transportverluste im Jahr 2030 um 1,5 PJ bzw. 3,0 PJ im Jahr 2050.

anderer Strombedarf

In Tabelle 14 ist der Strombedarf für einzelne Sektoren angegeben. Diese Summe ergibt somit die Nachfrage, die durch heimische Anlagen oder Importe aufgebracht werden muss. Auch die Nettostromexporte stellen einen Bedarf dar, der durch heimische Anlagen gedeckt werden muss. Der Verlauf wird in Abbildung 7 dargestellt.

Tabelle 14: Strombedarf der Sektoren, Verbrauch des Sektors Energie und Transportverluste für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, EEG 2015, IVT 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
	in TJ					
Verkehr	12.481	11.826	14.310	25.133	31.530	31.783
Haushalte	61.426	53.029	49.135	44.765	40.615	37.373
Dienstleistungen	47.413	50.182	44.694	41.958	39.372	36.341
Landwirtschaft	2.886	2.408	2.162	2.057	1.956	1.861
Industrie	97.319	99.757	102.346	100.490	102.975	103.848
Verbrauch des Sektors Energie	19.361	24.075	25.009	27.772	31.342	33.381
Transportverluste	12.063	11.888	12.187	13.557	14.667	15.028
Strombedarf	252.950	253.165	249.844	255.732	262.456	259.614
Nettostromexporte			9.011	32.976	49.888	60.412

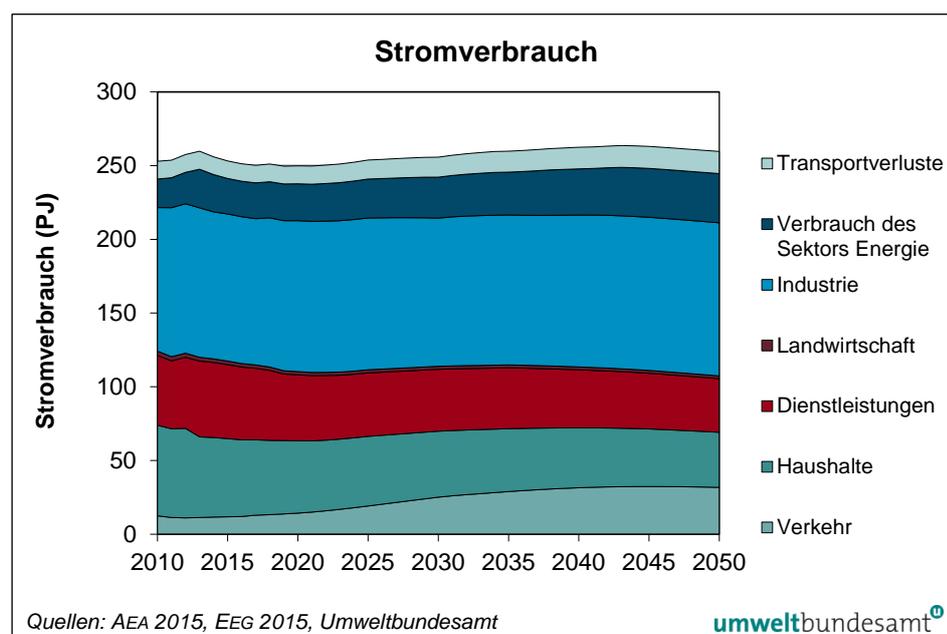


Abbildung 7: Stromverbrauch der Sektoren, Verbrauch des Sektors Energie und Transportverluste im Szenario WAM plus.

Vergleich zum Szenario WAM

Sektor Verkehr Für den Sektor Verkehr kommt es bis zum Jahr 2030 aufgrund höherer Elektromobilität, eines höheren Bedarfs für die Bahn und der Teilelektrifizierung der Verdichterstationen zu einem höheren Verbrauch im Szenario WAM plus von 3,8 PJ. Nach dem Jahr 2030 greifen die Maßnahmen zur Reduktion des Verkehrsaufkommens, die auch die Elektromobilität betreffen, der Bedarf der Verdichterstationen sinkt aufgrund des geringeren Gasbedarfs in der EU, nur der Strombedarf der Bahn liegt weiterhin über dem des Szenarios WAM (2050: +3,9 PJ). In Summe ist der Verbrauch im Jahr 2050 um 6,5 PJ geringer.

andere Sektoren Im Sektor Haushalte ist der Verbrauch im Jahr 2050 um 9,0 PJ niedriger. Ähnliches gilt für Dienstleistungen mit 17 PJ im Jahr 2050 und Industrie mit 93 PJ. Der Verbrauch der Landwirtschaft verringert sich nur um 0,55 PJ im Jahr 2050. Der Verbrauch des Sektors Energie ist um 6,0 PJ geringer, die Transportverluste um 4,2 PJ.

Insgesamt ist der Strombedarf im Vergleich zum Szenario WAM im Jahr 2030 um 36 PJ und im Jahr 2050 um 136 PJ geringer.

2.4.6 Stromaufbringung

Veränderungen bei den Energieträgern Die Berechnung der Stromaufbringung wurde in Kapitel 3.3.6 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

Ab dem Jahr 2015 findet keine Stromerzeugung aus Öl statt, ab dem Jahr 2025 fällt auch Kohle als Energieträger für die Stromerzeugung weg. Die Stromerzeugung aus Erdgas sinkt bis 2030 um 23 PJ und wird bis 2050 ebenfalls durch andere Energieträger ersetzt (– 41 PJ). Im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 steigt die Erzeugung aus Biomasse im Jahr 2030 um 1,8 PJ und bleibt bis 2050 fast auf diesem Niveau. Die Erzeugung aus Wasserkraft steigt bis 2030 bzw. 2050 um jeweils 15 PJ, jene aus Windkraft steigt um 30 PJ bzw. 58 PJ und die Erzeugung aus Photovoltaik um 40 PJ bzw. 71 PJ.

Insgesamt steigt die Stromerzeugung bis 2030 um 44 PJ, bis 2050 um 75 PJ. Ab dem Jahr 2020 überwiegt die inländische Erzeugung den inländischen Bedarf, sodass keine Nettostromimporte mehr notwendig sind. In Tabelle 15 ist die Stromerzeugung für ausgewählte Jahre angegeben.

Hierbei ist anzumerken, dass die Potenziale von Wind und Photovoltaik nicht ausgeschöpft wurden. Beispielsweise ist für Photovoltaik ein Ausbau bis 20 GW im Modell implementiert, während auch 26 GW für möglich erachtet werden, für Wind sind aus Studien sogar Potenziale von 228 PJ im Jahr 2030 ableitbar (ENERGIEWERKSTATT 2014).

Eine detaillierte Darstellung findet sich im Bericht der AEA (AEA 2015).

Tabelle 15: Stromerzeugung für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus. Die industrielle Wasserkraft ist in den Unternehmen mit Eigenanlagen enthalten (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
	in TJ					
Unternehmen mit Eigenanlagen	33.830	33.572	32.694	29.399	22.654	20.275
Kohle	17.007	8.631	6.652	-	-	-
Öl	2.090	-	-	-	-	-
Erdgas	40.503	19.660	18.211	17.149	10.947	-
Abfall	706	3.645	4.012	4.012	3.611	3.009
Wasserkraft	134.219	135.941	146.862	149.578	149.578	149.578
Biomasse	8.450	8.593	10.266	10.266	10.266	9.957
Geothermie	5	5	5	5	5	5
Photovoltaik	320	5.335	17.366	40.392	63.435	71.281
Wind	7.430	16.728	22.786	37.906	51.849	65.921
Stromerzeugung	244.559	232.110	258.855	288.708	312.345	320.027
Nettostromimporte*	8.391	21.055				

* 2020 bis 2050 gibt es Nettostromexporte

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich zum Szenario WAM ist die Stromerzeugung ohne Nettostromimporte im Jahr 2030 um 7,0 PJ geringer, im Jahr 2050 um 50 PJ.

Die Produktion aus Kohle, Öl, Geothermie und Wasserkraft ändert sich nicht. Die Erzeugung aus Erdgas, Abfall und Biomasse ist im Szenario WAM plus im Jahr 2030 gleich, im Jahr 2050 bei Erdgas um 48 PJ, bei Abfall um 1,0 PJ und bei Biomasse um 0,31 PJ niedriger. Die Aufbringung aus Photovoltaik ist 2030 in beiden Szenarien gleich, 2050 liegt das Szenario WAM plus 7,2 PJ über dem Szenario WAM. Im Szenario WAM plus liegt 2030 die Windkraft 1,0 PJ unter und 2050 9,5 PJ über dem Szenario WAM.

2.4.7 Fernwärmenachfrage und -aufbringung

Die Methoden und Annahmen zur Berechnung der Fernwärmeaufbringung und -nachfrage wurden in Kapitel 3.3.7 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

In Summe steigt die Nachfrage bis 2030 um 1,9 PJ (Ausbau von Fernwärmenetzen) und sinkt bis 2050 um 22 PJ (verminderter Heizwärmebedarf der Gebäude). Die Nachfrage in Haushalten steigt im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 bis 2030 um 7,6 PJ und geht bis 2050 auf den Wert von 2010 zurück, jene der Industrie steigt um 2,8 PJ bis 2030 und liegt 2050 nur noch um 0,2 PJ über 2010. Die Nachfrage im Dienstleistungssektor sinkt um 12 PJ bzw. um 25 PJ. Die Nachfrage der Landwirtschaft verändert sich kaum (EEG 2015). Für Geothermie und Großwärmepumpen werden prozentuell höhere Transportverluste angenommen als für Erdgas- und Biomassenetze, daher steigen die Transportverluste im Vergleich zum Jahr 2010 um 3,2 PJ.

Veränderungen in den Sektoren

In Tabelle 16 ist der Bedarf an Fernwärme für ausgewählte Jahre angegeben.

Tabelle 16: Fernwärmenachfrage nach Sektoren für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: EEG 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Sektoren	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Haushalte	29.262	30.106	31.272	36.922	32.911	29.346
Dienstleistungen	37.747	30.497	30.529	25.969	17.835	12.373
Industrie	10.407	11.753	12.562	13.243	11.943	10.609
Landwirtschaft	410	378	366	334	324	314
Transportverluste	6.886	8.077	8.900	10.170	10.109	10.098
Fernwärmenachfrage	84.712	80.810	83.629	86.639	73.122	62.740

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich zum Szenario WAM ist der Gesamtbedarf im Jahr 2030 gleich, im Jahr 2050 um 10 PJ geringer.

Fernwärmeaufbringung

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 1,9 PJ und sinkt bis 2050 um 22 PJ.

Veränderung bei den Energieträgern

Die Fernwärmeaufbringung bleibt im Vergleich zum Bilanzjahr 2010 bei den Unternehmen mit Eigenanlagen bis zum Jahr 2050 näherungsweise konstant. Die Produktion aus Kohle endet im Jahr 2025, jene aus Öl im Jahr 2017 und jene aus Erdgas im Jahr 2050. Bis zum Jahr 2030 sinkt die Aufbringung aus Erdgas um 8,2 PJ. Die Erzeugung aus Biomasse steigt im Vergleich zu 2010 bis 2030 um 9,8 PJ und um 2,3 PJ bis 2050, jene aus Geothermie/Wärmepumpen um 1,3 PJ bzw. 11 PJ. Fernwärme aus Abfall steigt bis 2030 um 6,7 PJ und bis 2050 um 4,1 PJ. Für die Erzeugung aus Großwärmepumpen im Raum Wien wird angenommen, dass ab 2036 Kapazitäten von 200 MW_{el} und ab 2041 von 400 MW_{el} mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 5 zur Verfügung stehen.

In Tabelle 17 ist die Fernwärmeerzeugung für ausgewählte Jahre angegeben.

Tabelle 17: Fernwärmeerzeugung für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Unternehmen mit Eigenanlagen	6.411	6.190	6.522	6.631	5.986	6.149
Kohle	2.567	1.960	1.960	-	-	-
Öl	5.353	1.658	-	-	-	-
Erdgas	30.816	27.193	24.437	22.644	11.800	-
Abfall	3.882	9.640	10.612	10.612	9.550	7.959
Biomasse	35.163	33.017	38.275	44.928	39.510	37.455
Geothermie/Großwärmepumpen	520	1.154	1.823	1.823	6.275	11.177
Fernwärmeproduktion	84.712	80.810	83.629	86.639	73.122	62.740

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich zum Szenario WAM ist die Produktion bis zum Jahr 2030 gleich, jedoch verschieben sich ca. 8,5 PJ von Erdgas zu Biomasse. Im Jahr 2050 werden 10 PJ weniger produziert als im Szenario WAM. Während die Erzeugung aus Biomasse um 18 PJ und aus Geothermie/Großwärmepumpen um 9,3 PJ höher ist, ist die Produktion aus Erdgas um 34 PJ und jene aus Abfall um 2,7 PJ niedriger.

2.4.8 Umwandlungseinsatz

Die Methoden und Annahmen zur Berechnung des Umwandlungseinsatzes wurden in Kapitel 3.3.8 des Vorgängerberichts (UMWELTBUNDESAMT 2015a) beschrieben.

Im Umwandlungseinsatz wirkt sich die Schließung der Raffinerie in den Jahren 2039 bis 2041 am stärksten aus, auch die Umgestaltung in der Eisen- und Stahlindustrie (mehr Elektrostahl, weniger Hochofenstahl) ist signifikant. Aufgrund der insgesamt geringeren Abfallmenge durch das verbesserte Recycling und Produktmanagement sinkt nach 2030 auch die zur Verbrennung zur Verfügung stehende.

Der Einsatz von Kohleprodukten sinkt gegenüber dem Bilanzjahr 2010 um 53 PJ bis zum Jahr 2030 und um 93 PJ bis zum Jahr 2050, jener von Ölprodukten steigt um 17 PJ bzw. sinkt um 366 PJ und der von Gas sinkt um 48 PJ bzw. um 105 PJ. Der Abfalleinsatz steigt bis 2030 um 4,5 PJ und geht bis 2050 auf den Wert von 2010 zurück. Bei den erneuerbaren Energieträgern steigt der Einsatz von Biomasse bis 2030 um 30 PJ und bis 2050 um 4,6 PJ, jener von Wasserkraft um 16 PJ, von Wind um 30 bzw. 58 PJ und von Photovoltaik um 40 bzw. 71 PJ.

Veränderungen bei den Energieträgern

In Tabelle 18 ist der Umwandlungseinsatz in Kraft- und Heizwerken für ausgewählte Jahre nach Energieträgern angegeben, in Tabelle 19 nach Anlagen.

Tabelle 18: Umwandlungseinsatz nach Energieträgern für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle und Derivate	146.897	133.666	122.118	93.705	60.773	53.706
Erdöl und Derivate	366.678	385.729	383.511	383.482	127.987	237
Erdgas	114.892	79.567	73.337	66.941	41.775	9.571
Biomasse	89.060	97.720	109.854	119.071	101.909	93.646
Abfall	13.690	16.670	18.152	18.152	16.337	13.614
Wärme	741	1.380	2.230	2.630	7.481	12.784
Wasserkraft	138.088	140.104	151.046	153.803	153.803	153.803
Photovoltaik	320	5.335	17.366	40.392	63.435	71.281
Wind	7.430	16.728	22.786	37.906	51.849	65.921
Umwandlungseinsatz	877.794	876.900	900.400	916.082	625.348	474.563

Tabelle 19: Umwandlungseinsatz nach Anlagen für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: AEA 2015, STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Anlagen	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
	TJ					
Raffinerie	358.850	384.985	384.985	384.985	128.328	-
Kokerei und Hochofen	87.686	90.969	86.464	78.974	55.392	48.979
Kraft- und Heizwerke	431.257	400.946	428.951	452.123	441.628	425.584
Umwandlungseinsatz	877.794	876.900	900.400	916.082	625.348	474.563

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich zum Szenario WAM ist der gesamte Umwandlungseinsatz im Jahr 2030 um 25 PJ niedriger, im Jahr 2050 um 528 PJ. Der Einsatz von Kohleprodukten ist im Szenario WAM plus im Jahr 2050 um 58 PJ niedriger, von Ölprodukten um 383 PJ, von Erdgas um 116 PJ und von Abfall um 4,5 PJ. Der Einsatz an Wasserkraft ändert sich nicht. Der Einsatz von Biomasse steigt um 6,8 PJ im Jahr 2050, von Wind um 9,5 PJ, von Photovoltaik um 7,1 PJ und von Wärme um 11 PJ.

Aufgrund der angenommenen Stilllegung der Raffinerie Schwechat liegt der Umwandlungseinsatz in der Raffinerie im Jahr 2050 um 385 PJ niedriger als im Szenario WAM. In der Kokerei und im Hochofen ist der Einsatz im Jahr 2050 um 43 PJ niedriger, in Kraft- und Heizwerken um 100 PJ.

2.4.9 Eisen und Stahl

Für die Eisen- und Stahlindustrie wurde entsprechend der Storyline Industrie angenommen, dass in der Produktion eine Verlagerung zu höherwertigen Produkten stattfindet. Bis 2025/2030 bleibt die Produktion stabil, danach gibt es einen moderaten Rückgang (allerdings nach wie vor eine Steigerung der Wertschöpfung). Durch das Energieeffizienzgesetz und dessen Nachfolger kommt es zu Effizienzsteigerungen.

neuer Elektroofen geplant

Laut Angaben der voestalpine ist für den Zeitraum 2020–2030 geplant, etwa 0,8 Mio. t Eisenschwamm (Hot Briquetted Iron) pro Jahr aus der neuen Anlage in Corpus Christi (USA) zu importieren. Dazu wird in Österreich ein neuer Elektroofen (EAF) benötigt, für den bereits eine UVP-Genehmigung vorhanden ist. Durch diesen Ofen kann auch mehr Schrott eingesetzt werden, der durch das EU-weit verbesserte Recycling verfügbar wird.

energetischer Endverbrauch steigt

Insgesamt ergibt sich daraus ein Rückgang des nichtenergetischen Verbrauchs und der Umwandlungsverluste, aber eine leichte Erhöhung des energetischen Endverbrauchs (Strombedarf des Elektroofens).

Der Umwandlungseinsatz geht nach 2015 kontinuierlich zurück und liegt im Jahr 2030 um 4,0 PJ und im Jahr 2050 um 12 PJ unter dem Jahr 2010 (siehe Tabelle 20). Der energetische Endverbrauch (ausgewählter Energieträger) steigt bis 2030 um 12 PJ und bis 2050 um 10 PJ jeweils im Vergleich zum Jahr 2010 (siehe Tabelle 21). Der nichtenergetische Verbrauch nimmt stetig ab und liegt 2030 um 15 PJ und 2050 um 18 PJ unter dem Jahr 2010 (siehe Tabelle 22).

Tabelle 20: Umwandlungseinsatz in der Eisen- und Stahlindustrie für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Kohle	53.442	53.820	53.820	53.820	43.612	38.515
Koks	34.244	37.148	32.644	25.154	11.780	10.464
Gichtgas	14.470	15.867	13.346	9.155	1.257	1.033
Kokereigas	2.274	3.729	4.068	4.655	3.237	2.858
Erdgas	3.145	363	-	-	-	-
Heizöl schwer	65	-	-	-	-	-
Umwandlungseinsatz	107.640	108.230	106.984	103.641	98.878	95.187

Tabelle 21: Energetischer Endverbrauch in der Eisen- und Stahlindustrie für ausgewählte Energieträger für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Gichtgas	1.652	1.606	1.411	1.088	509	452
Kokereigas	3.129	2.903	2.903	2.903	2.352	2.077
Erdgas	15.902	20.713	21.521	21.745	23.240	22.971
Heizöl	330	-	-	-	-	-
Koks	6.400	6.888	6.216	5.050	4.774	4.510
Brennbare Abfälle	1.309	1.519	1.363	1.092	1.028	966
Elektrische Energie	13.002	15.236	18.187	21.621	21.261	20.781
Summe	41.723	48.865	51.602	53.498	53.165	51.758

Tabelle 22: Nichtenergetischer Verbrauch in der Eisen- und Stahlindustrie für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	Bilanzjahr 2010	2015	2020	2030	2040	2050
in TJ						
Koks	30.320	28.750	24.913	18.675	19.743	17.375
Kohle	3.743	4.790	4.298	3.443	3.241	3.048
Heizöl schwer	8.083	7.457	6.691	5.360	3.927	3.697
nichtenergetischer Verbrauch	42.146	40.997	35.902	27.478	26.911	24.120

Vergleich zum Szenario WAM

Im Szenario WAM ist der Umwandlungseinsatz im Jahr 2050 um 59 PJ, der energetische Endverbrauch (gesamt inkl. Nichteisenmetalle) um 5,7 PJ und der nichtenergetische Verbrauch um 16 PJ höher als im Szenario WAM plus.

2.4.10 Industrielle Eigenstromerzeuger

Für die industriellen Eigenstromerzeuger (Unternehmen mit Eigenanlagen) wurde angenommen, dass Solarthermie-Anlagen auf Industriegeländen verstärkt genutzt werden und bis 2050 1,3 PJ mehr Raumwärme als im Szenario WAM geliefert wird. Im Vergleich zum Szenario WAM wurde keine weitere Nutzung von Abwärme angenommen.

Da die Eigenanlagen vorwiegend den Bedarf an Strom und Wärme decken, wurde angenommen, dass aufgrund der verringerten Produktion auch der Umwandlungseinsatz in den Eigenanlagen und damit die Auskopplung an Strom und Fernwärme sinkt.

niedrigere Strom- und Fern- wärmeproduktion

In Summe ergibt sich für die Unternehmen mit Eigenanlagen im Szenario WAM plus im Jahr 2050 eine um 0,3 PJ niedrigere Fernwärmeproduktion als im Szenario WAM. Die Stromproduktion ist sogar um 16 PJ niedriger, da ausreichend Strom aus erneuerbaren Energieträgern zur Verfügung steht.

2.4.11 Elektromobilität

Für das Szenario WAM plus wird die Abschätzung des Bestandes an EV (electric vehicle) und PHEV-Pkw (plug-in electric vehicle) des Szenarios WAM 2015 herangezogen. Durch den reduzierten Gesamt-Pkw-Bestand im Szenario WAM plus bis 2050 kommt es jedoch zu einer relativen Erhöhung der EV- und PHEV-Anteile in der Pkw-Flotte, während der Energieverbrauch für Elektromobilität ab 2032 unter jenem des Szenarios WAM zu liegen kommt.

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich zum Szenario WAM ist der Strombedarf im Szenario WAM plus für Elektro-Antriebe im Jahr 2030 um 1,0 PJ höher, im Jahr 2050 aber um 12 PJ niedriger.

2.4.12 Transport in Rohrfernleitungen

Beim Transport in Rohrfernleitungen (Pipelines) wird angenommen, dass es durch den EU-weit geringeren Gasverbrauch zu einem Rückgang der Transitmenge (– 20 %) und damit des Energieverbrauchs für den Transport kommt. Außerdem wird aufgrund des Effizienzgewinns und des intensivierten Emissionshandels angenommen, dass die Verdichterstationen fast vollständig elektrifiziert werden (bis 2050 zu 90 %).

Daraus ergibt sich ein Rückgang des Verbrauchs bis 2050 um 3,2 PJ. Der Verbrauch an Naturgas bis 2050 sinkt sogar um 5,2 PJ, allerdings steigt der Verbrauch von Strom um 2,0 PJ.

Tabelle 23: Energetischer Endverbrauch für Transport in Rohrfernleitungen für ausgewählte Jahre und ausgewählte Energieträger im Szenario WAM plus (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2013, Umweltbundesamt).

Energieträger	2010	2015	2020	2030	2040	2050
	in TJ					
Naturgas	5.719	8.173	5.693	3.427	1.906	524
Elektrische Energie	522	622	1.325	2.096	2.549	2.528
Gesamt	6.242	8.795	7.019	5.522	4.455	3.052

Vergleich zum Szenario WAM

Im Vergleich zum Szenario WAM ist der Strombedarf im Szenario WAM plus für elektrische Kompressoren im Jahr 2050 um 1,7 PJ höher, der Gasverbrauch aber um 5,8 PJ niedriger.

3 SZENARIENVERGLEICH

**WEM, WAM,
Sensitivitäten, WAM
plus**

In diesem Kapitel werden die Szenarien aus dem Monitoring Mechanism 2015 (UMWELTBUNDESAMT 2015a) mit dem Szenario WAM plus verglichen.

Außerdem werden die wichtigsten Ergebnisse aller Szenarien (WEM, WAM, WEM sens1, WEM sens2 und WAM plus) miteinander verglichen. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Sensitivitätsszenarien 1 und 2 und den regulären Szenarien sind einerseits das Wirtschaftswachstum, andererseits die Energiepreise. Die beiden Variablen haben einen gegenläufigen Einfluss: Während im Sensitivitätsszenario das niedrigere Wirtschaftswachstum die Energienachfrage drosselt, bieten die geringeren Energiepreise einen Anreiz zum Mehrverbrauch. Die grundlegenden Variablen der Szenarien sind in Tabelle 2 und dem Bericht zum Monitoring Mechanism dargestellt (UMWELTBUNDESAMT 2015a).

3.1 Ergebnisse – Gesamtdarstellung

3.1.1 Bruttoinlandsverbrauch

**höchster BIV im
Szenario
WEM sens1**

Aufgrund des höchsten Wirtschaftswachstums hat das Szenario WEM sens1 in jedem Modelljahr den höchsten Bruttoinlandsverbrauch aller Szenarien (im Jahr 2050 um 365 PJ mehr als WEM).

**geringster BIV 2050
im Szenario WAM
plus**

Die Szenarien WAM und WEM sens2 überschneiden sich bis zum Jahr 2050. Durch die bis 2020 gesetzten Maßnahmen wird der BIV des WAM (– 102 PJ zu WEM) unter jenen des Szenarios mit niedrigem Wirtschaftswachstum (– 45 PJ zu WEM) gedrückt. Nach 2020 steigt der Verbrauch aber schneller an, wodurch im Jahr 2050 das Szenario WEM sens2 um 23 PJ unter dem WAM und um 186 PJ unter dem Szenario WEM liegt. Den mit Abstand geringsten BIV im Jahr 2050 weist das Szenario WAM plus auf (2050 gegen WEM: – 683 PJ). Die Ergebnisse sind in Tabelle 24 und Abbildung 8 dargestellt, die Entwicklung der Energieträger in Abbildung 9.

Tabelle 24:
Bruttoinlandsverbrauch
in verschiedenen
Szenarien für
ausgewählte Jahre
(Quellen: EEG 2015, IVT
2015, AEA 2015,
Umweltbundesamt).

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
	in PJ				
WEM	1.453	1.481	1.554	1.564	1.590
WEM sens1	1.468	1.534	1.718	1.805	1.955
WEM sens2	1.428	1.436	1.465	1.422	1.404
WAM	1.441	1.379	1.381	1.396	1.427
WAM plus	1.438	1.352	1.229	1.042	907

Energiebilanzen 1970–2012 für 2010: 1.467 PJ (STATISTIK AUSTRIA 2013)

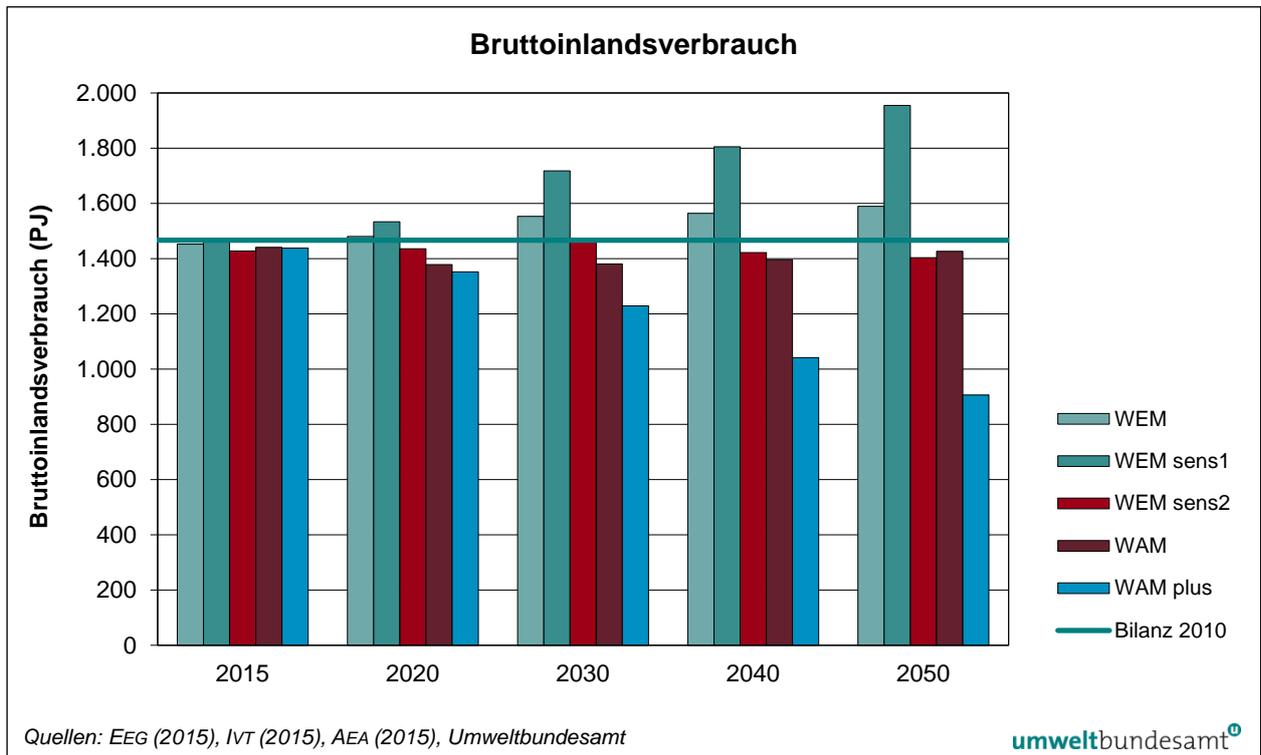
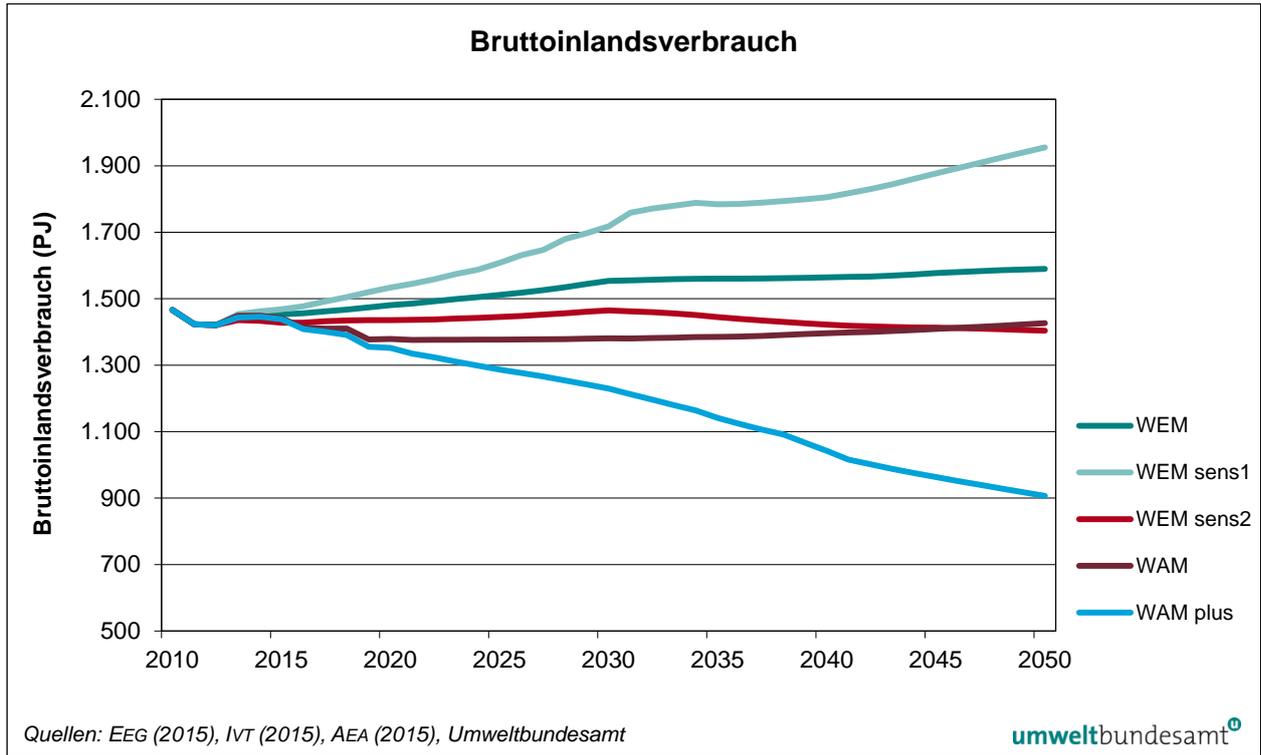


Abbildung 8: Bruttoinlandsverbrauch in verschiedenen Szenarien.

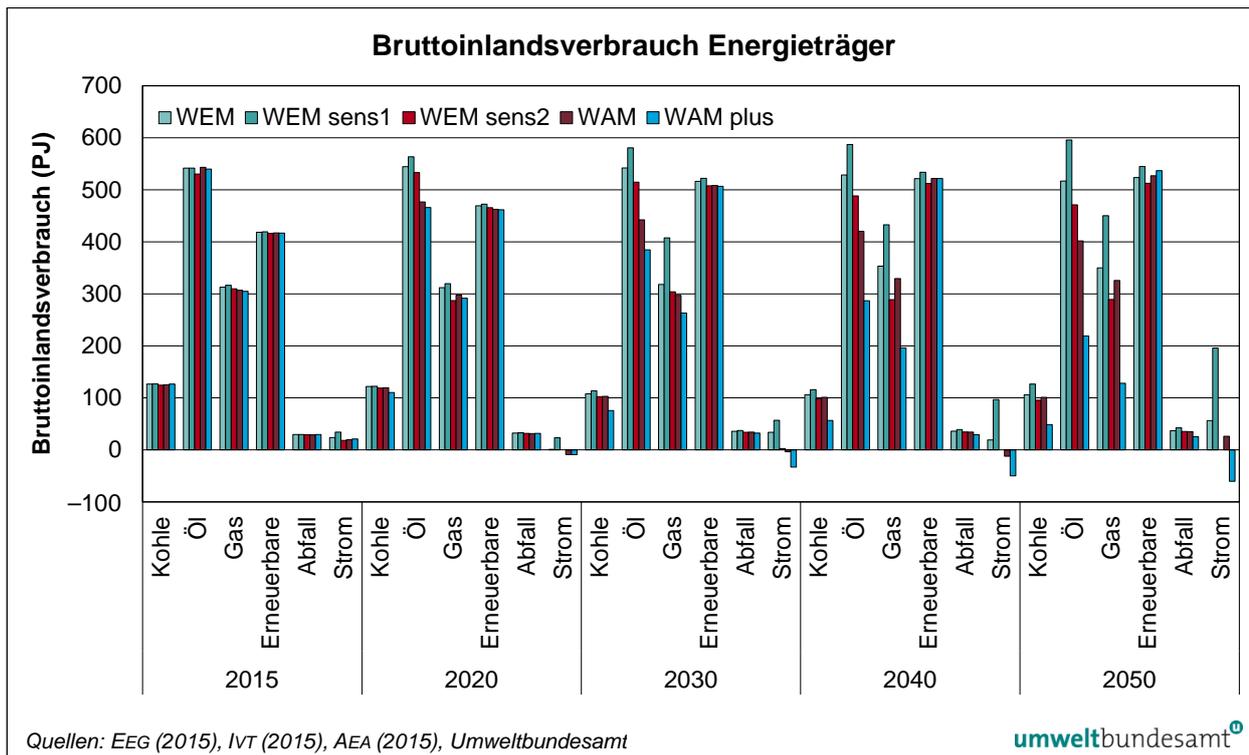


Abbildung 9: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern in verschiedenen Szenarien.

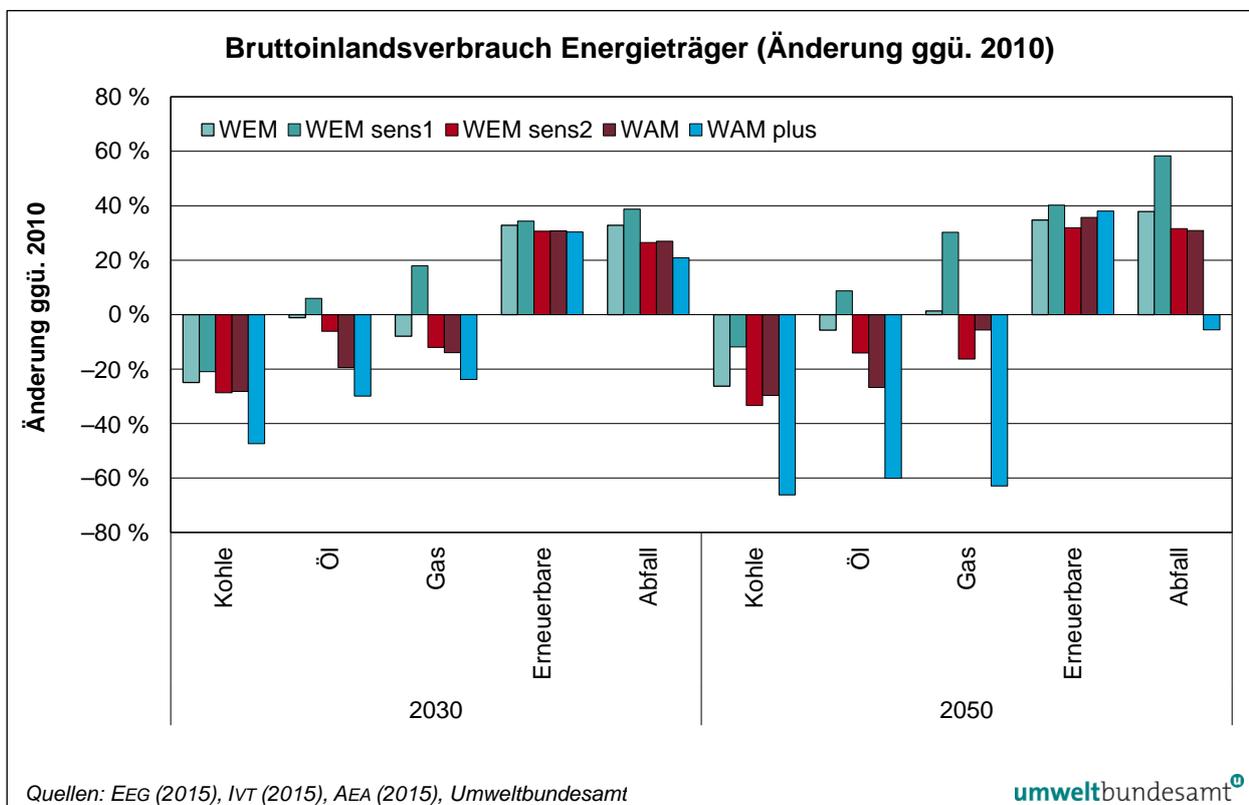


Abbildung 10: Änderungen im Bruttoinlandsverbrauch im Vergleich zu 2010 nach Energieträgern in verschiedenen Szenarien.

3.1.2 Energetischer Endverbrauch – Gesamtverbrauch

Auch im energetischen Endverbrauch hat das Szenario WEM sens1 aufgrund des höchsten Wirtschaftswachstums in jedem Modelljahr den höchsten Bruttoinlandsverbrauch aller Szenarien (im Jahr 2050 301 PJ mehr als WEM). Das Szenario WAM (2050: – 167 PJ zu WEM) hat nach 2015 einen durchwegs geringeren Energieverbrauch als das Szenario WEM sens2 (2050: – 143 PJ zu WEM), nach dem größten Abstand im Jahr 2030 (96 PJ) nähern sich die Szenarien bis 2050 aber einander an (24 PJ). Den mit Abstand geringsten Energieverbrauch weist das Szenario WAM plus auf (2050: – 540 PJ zu WEM; siehe Tabelle 25 und Abbildung 11).

höchster EEV im Szenario WEM sens1

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	1.131	1.149	1.213	1.218	1.239
WEM sens1	1.143	1.195	1.320	1.410	1.540
WEM sens2	1.109	1.117	1.139	1.111	1.095
WAM	1.120	1.050	1.043	1.043	1.071
WAM plus	1.121	1.042	937	801	698

Tabelle 25:
Energetischer Endverbrauch in verschiedenen Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: EEG 2015, IVT 2015, AEA 2015, Umweltbundesamt).

Energiebilanzen 1970–2012 für 2010: 1.138 PJ (STATISTIK AUSTRIA 2013)

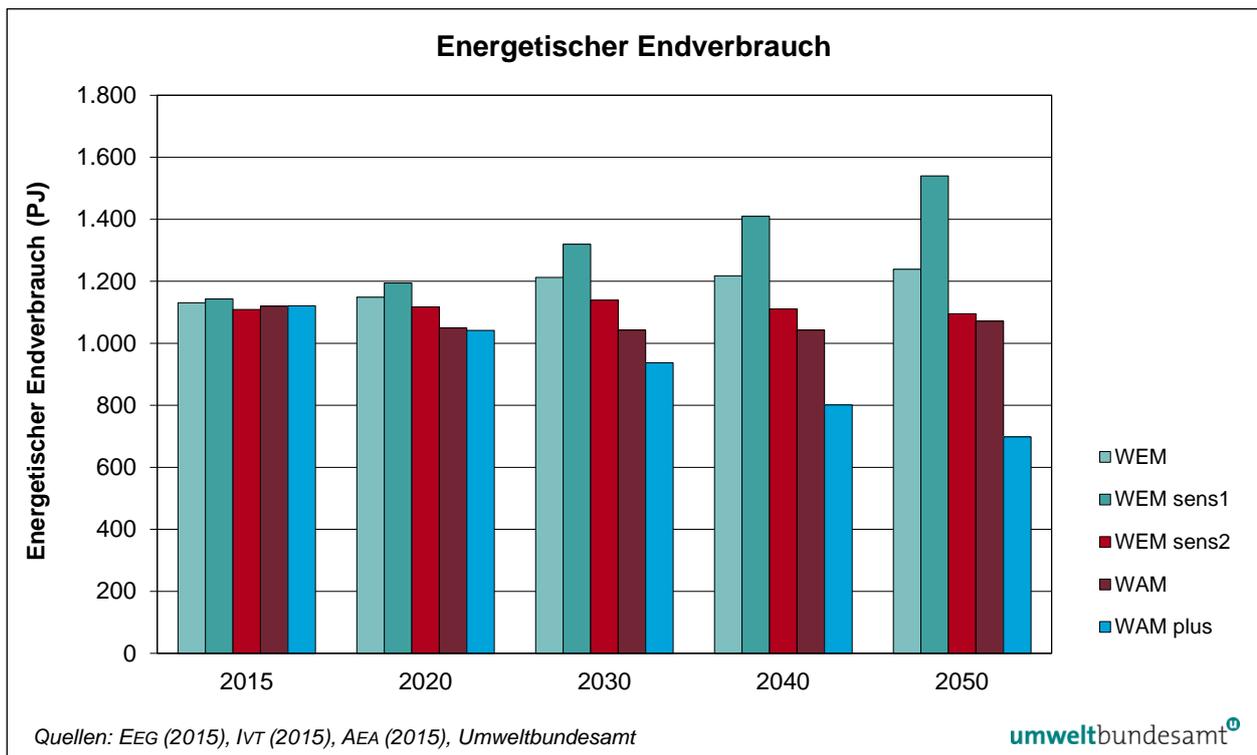
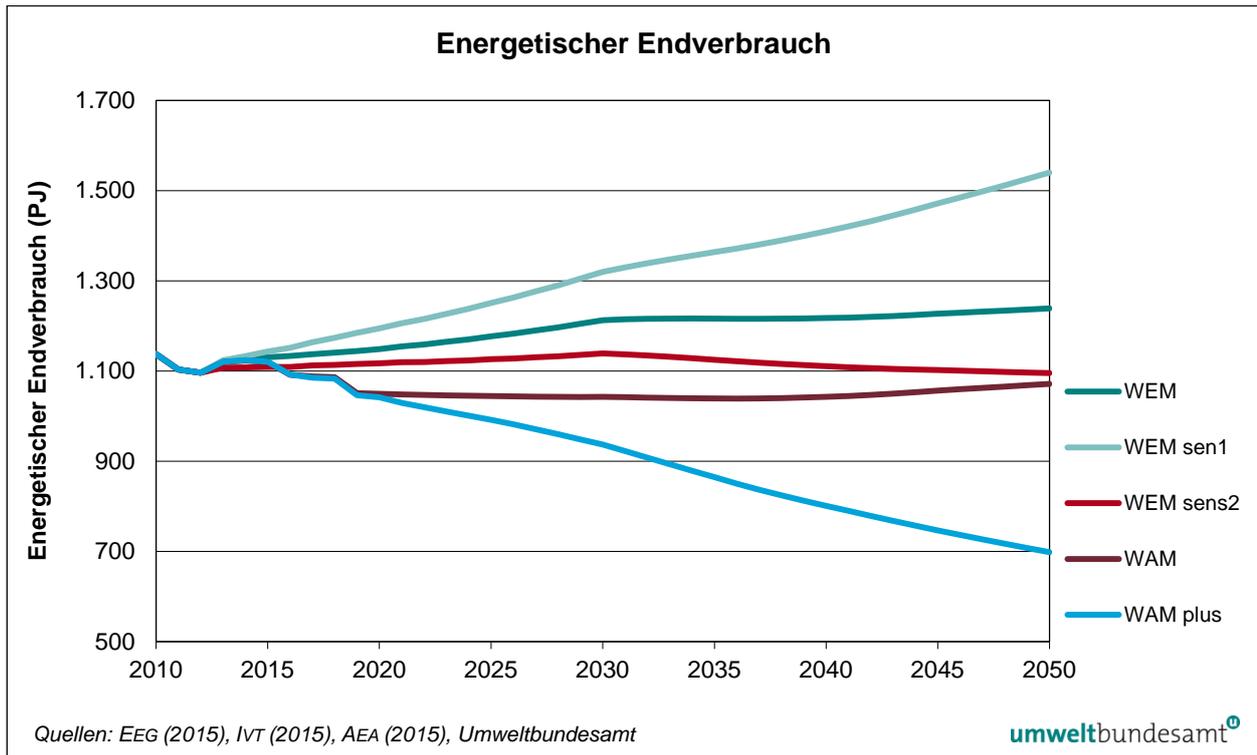


Abbildung 11: Energetischer Endverbrauch in verschiedenen Szenarien.

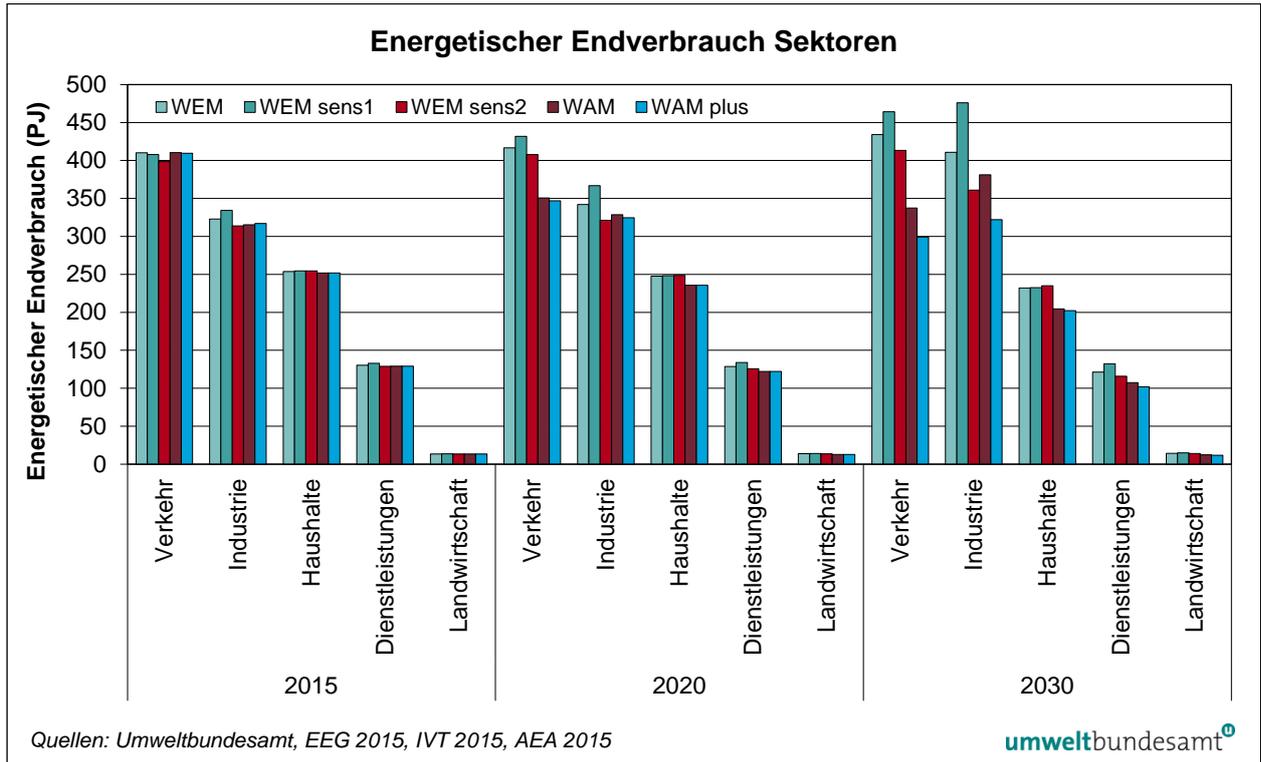


Abbildung 12: Energetischer Endverbrauch nach Sektoren in verschiedenen Szenarien.

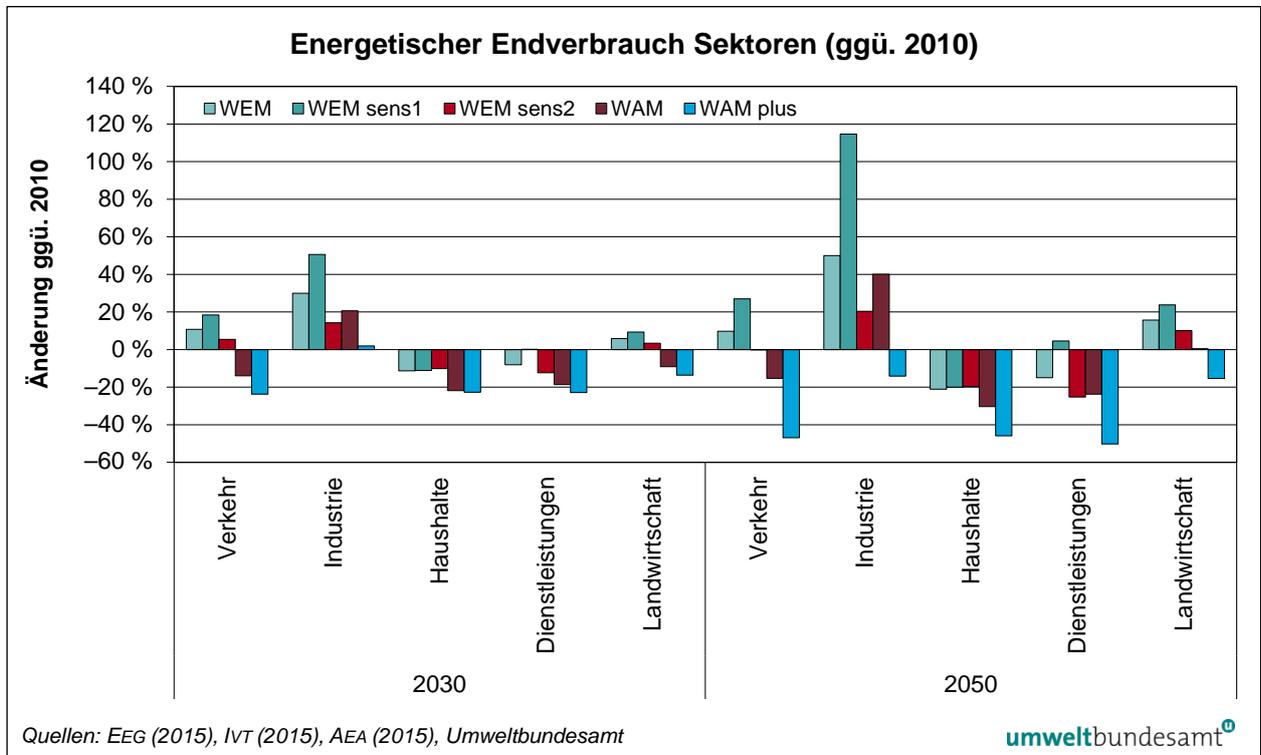


Abbildung 13: Änderungen im energetischen Endverbrauch im Vergleich zu 2010 nach Sektoren in verschiedenen Szenarien.

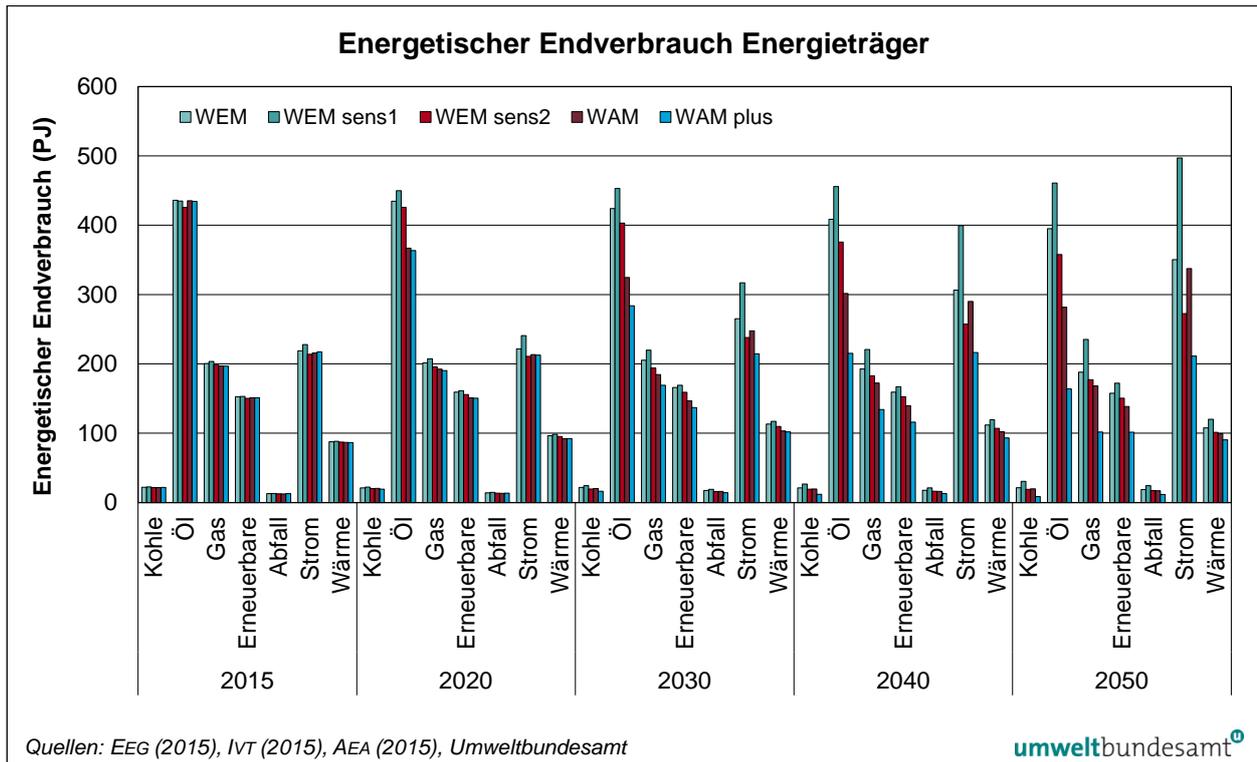


Abbildung 14: Energetischer Endverbrauch nach Energieträgern in verschiedenen Szenarien.

3.1.3 Anteil erneuerbarer Energieträger

Die Methoden zur Berechnung des Anteils erneuerbarer Energieträger wurde bereits erläutert (siehe Kapitel 2.3.4). Die Ergebnisse sind für die verschiedenen Szenarien in Tabelle 26 dargestellt.

Im Jahr 2030 wird der höchste Anteil erneuerbarer Energieträger mit 46,9 % im Szenario WAM plus erreicht, der niedrigste im Szenario WEM sens1 mit 34,3 %. Im Jahr 2050 geht der Anteil im WEM sens1 auf 32,3 % zurück, im Szenario WAM plus steigt er auf 66,6 %.

Tabelle 26:
Anteil erneuerbarer
Energieträger in
verschiedenen
Szenarien (Quelle:
Umweltbundesamt).

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
	in %				
WEM	32,8 %	36,0 %	37,7 %	38,7 %	38,6 %
WEM sens1	32,5 %	34,9 %	34,3 %	34,1 %	32,3 %
WEM sens2	33,2 %	36,7 %	39,4 %	41,7 %	42,7 %
WAM	32,9 %	38,5 %	42,6 %	43,1 %	42,7 %
WAM plus	32,7 %	38,7 %	46,9 %	56,5 %	66,6 %

Energiebilanzen 1970–2012 für 2010: 30,8 % (STATISTIK AUSTRIA 2013)

3.2 Ergebnisse – Einzeldarstellungen

3.2.1 Energetischer Endverbrauch – Industrie

Das unterschiedliche Wirtschaftswachstum wirkt sich im Sektor Industrie wesentlich stärker aus als die Variation der Energiepreise. Im Jahr 2050 liegen die Verbräuche im Szenario WEM sens1 um 204 PJ über dem Szenario WEM, im Szenario WEM sens2 um 94 PJ darunter. Das Szenario WEM sens2 liegt auch um 63 PJ unter dem Szenario WAM (siehe Tabelle 27 und Abbildung 15). Das Szenario WAM plus liegt um 203 PJ unter dem Szenario WEM und um 172 PJ unter dem Szenario WAM.

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	323	342	411	434	474
WEM sens1	334	367	476	558	678
WEM sens2	314	321	361	367	380
WAM	315	328	381	403	443
WAM plus	317	325	322	296	271

Tabelle 27:
Energetischer Endverbrauch der Industrie in verschiedenen Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: AEA 2015, Umweltbundesamt).

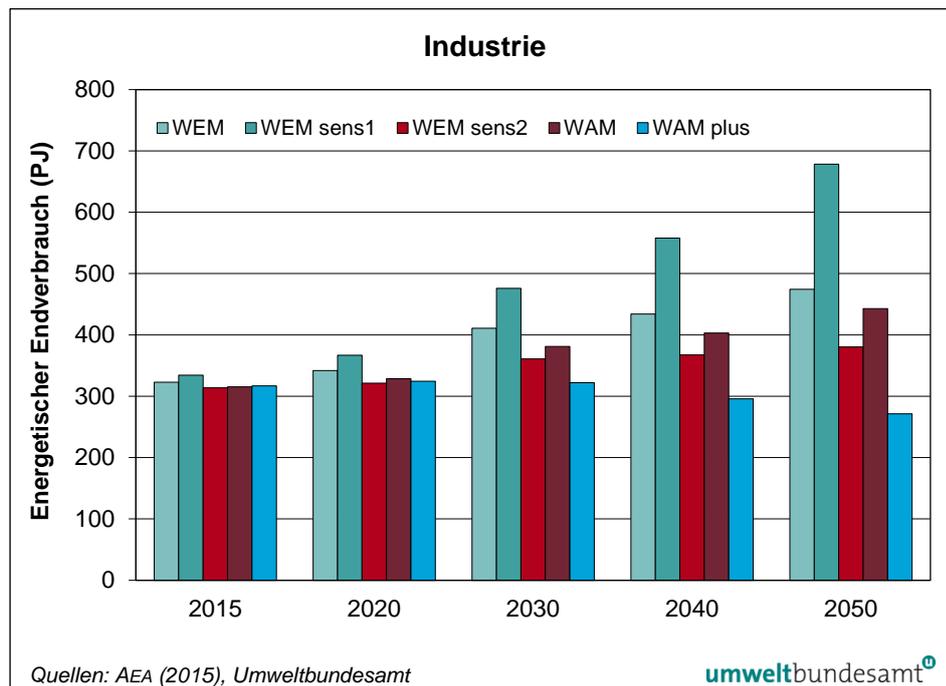


Abbildung 15:
Energetischer Endverbrauch der Industrie in verschiedenen Szenarien.

3.2.2 Energetischer Endverbrauch – Haushalte

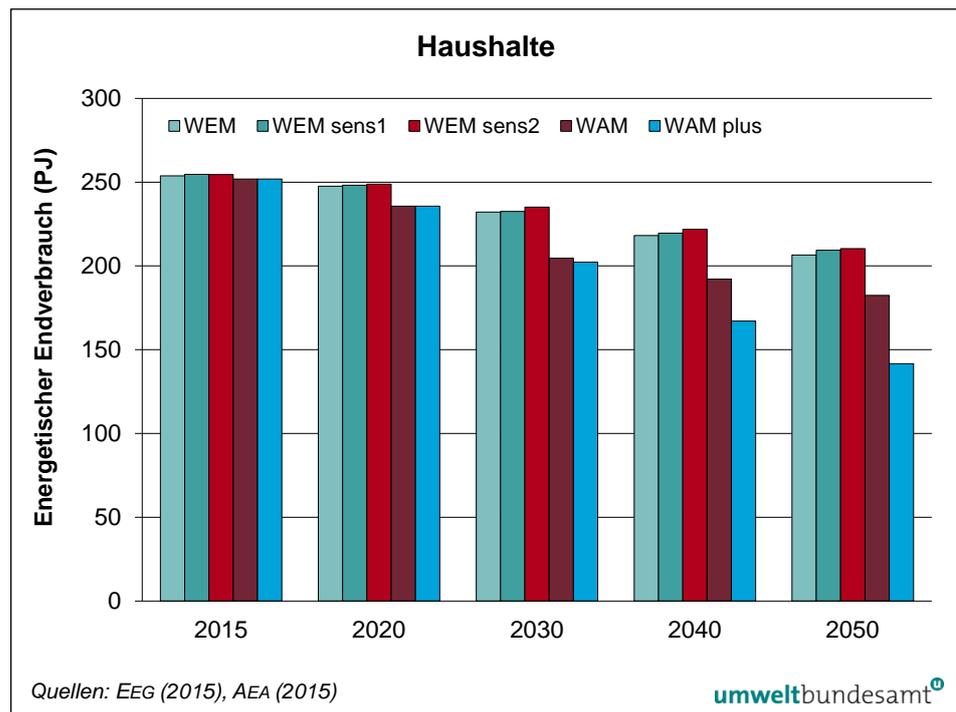
höchster Verbrauch im Szenario WEM sens2
niedrigster im Szenario WAM plus

Im Sektor Haushalte wirkt sich das unterschiedliche Wirtschaftswachstum weniger stark aus als in den anderen Sektoren. Der Effekt wird von den Energiepreisen sogar marginal überkompensiert, sodass der höchste Energieverbrauch im Szenario WEM sens2 ausgewiesen wird, da in diesem die niedrigsten Energiepreise angenommen werden. Im Jahr 2050 liegt der Verbrauch im WEM sens2 um 3,8 PJ über dem Szenario WEM. Das Szenario WAM plus liegt um 65 PJ unter dem Szenario WEM und um 41 PJ unter dem Szenario WAM (siehe Tabelle 28 und Abbildung 16).

Tabelle 28:
Energetischer Endverbrauch in Haushalten in verschiedenen Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: EEG 2015, AEA 2015).

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	254	248	232	218	207
WEM sens1	255	248	233	220	209
WEM sens2	255	249	235	222	210
WAM	252	236	205	192	182
WAM plus	252	236	202	167	142

Abbildung 16:
Energetischer Endverbrauch in Haushalten in verschiedenen Szenarien.



3.2.3 Energetischer Endverbrauch – Dienstleistungen

Das unterschiedliche Wirtschaftswachstum wirkt sich im Sektor Dienstleistungen stärker aus als die Variation der Energiepreise. Im Jahr 2050 hat das Szenario WEM sens1 den höchsten Verbrauch (26 PJ mehr als WEM), das Szenario WEM sens2 hat einen um 13 PJ niedrigeren Verbrauch als WEM, das Szenario WAM um 11 PJ. Den niedrigsten Verbrauch hat das Szenario WAM plus (– 46 PJ zu WEM) (siehe Tabelle 29 und Abbildung 17).

**niedrigster
Verbrauch im
Szenario WAM plus**

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	130	129	121	115	112
WEM sens1	133	134	132	133	138
WEM sens2	129	126	116	106	99
WAM	129	122	107	103	101
WAM plus	129	122	102	80	66

Tabelle 29:
Energetischer Endverbrauch für Dienstleistungen in verschiedenen Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: EEG 2015, AEA 2015).

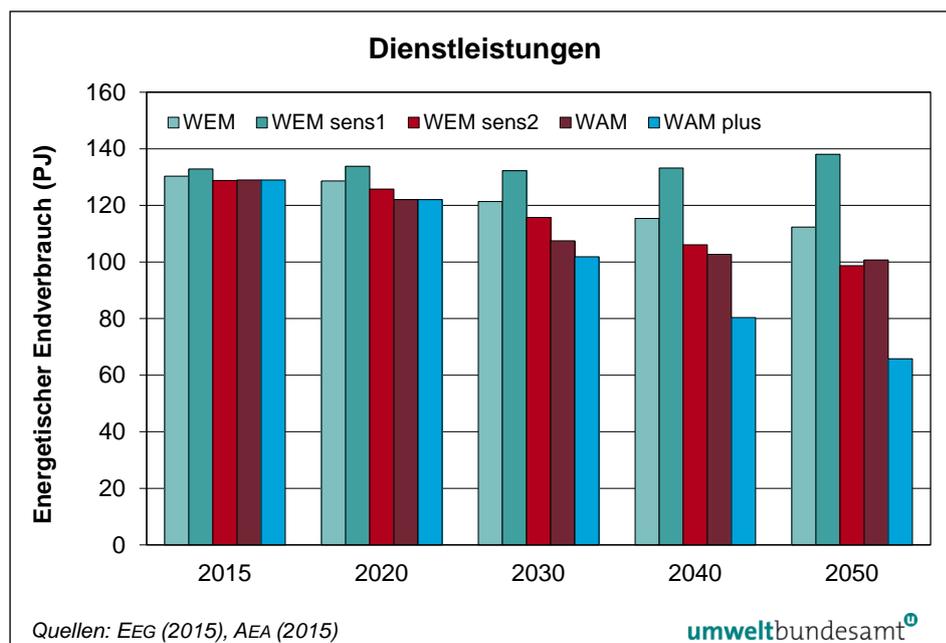


Abbildung 17:
Energetischer Endverbrauch für Dienstleistungen in verschiedenen Szenarien.

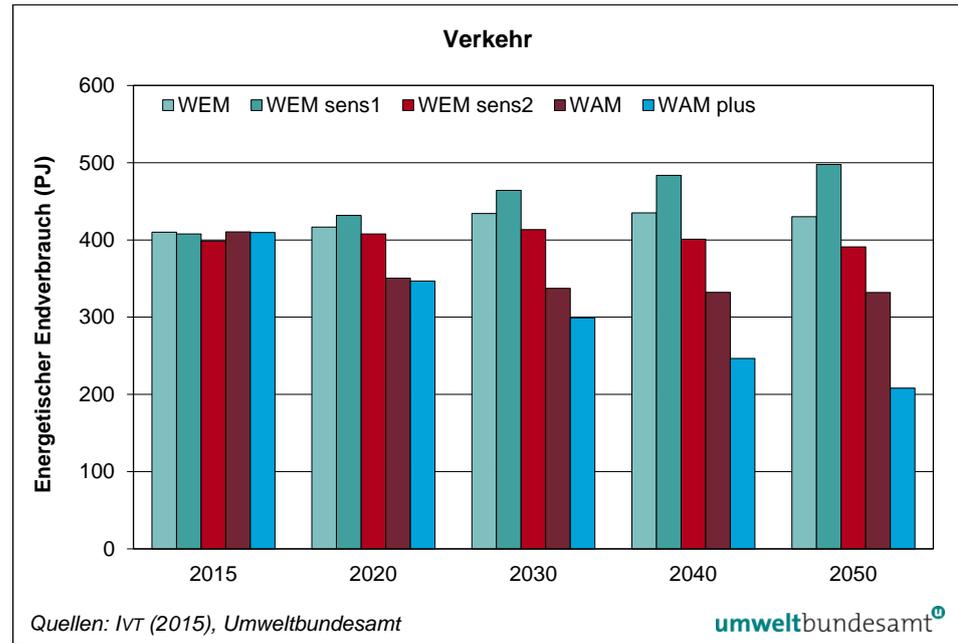
3.2.4 Energetischer Endverbrauch – Verkehr

Das unterschiedliche Wirtschaftswachstum wirkt sich im Sektor Verkehr vor allem im Güterverkehr aus, der Verbrauch der Pkw wird vom Wirtschaftswachstum kaum beeinflusst. Im Szenario WEM sens1 liegt im Jahr 2050 der Verbrauch um 68 PJ über WEM, im Szenario WEM sens2 um 39 PJ darunter. Im Szenario WAM ist der Verbrauch um 98 PJ geringer, im Szenario WAM plus sogar um 222 PJ (siehe Tabelle 30 und Abbildung 18).

Tabelle 30:
Energetischer Endverbrauch für Verkehr in verschiedenen Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: IVT 2015, Umweltbundesamt).

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	410	417	434	435	430
WEM sens1	408	432	464	484	498
WEM sens2	399	408	413	401	391
WAM	410	351	337	332	332
WAM plus	410	347	299	247	208

Abbildung 18:
Energetischer Endverbrauch für Verkehr in verschiedenen Szenarien.



3.2.5 Gesamtstromverbrauch

Im Gesamtstromverbrauch sind der energetische Endverbrauch, die Transportverluste und der Verbrauch des Sektors Energie summiert. Der Unterschied im Wirtschaftswachstum hat mehr Einfluss auf den Stromverbrauch als die angenommene Differenz im Energiepreis. Der Verbrauch im Szenario WEM sens1 liegt im Jahr 2050 um 171 PJ über WEM, jener im Szenario WAM um 13 PJ unter WEM, der im Szenario WEM sens2 um 91 PJ darunter. Im Szenario WAM plus liegt der Verbrauch um 149 PJ unter WEM und um 136 PJ unter WAM (siehe Tabelle 31).

Tabelle 31:
Gesamtstromverbrauch in verschiedenen Szenarien für ausgewählte Jahre (Quellen: EEG 2015, IVT 2015, AEA 2015, Umweltbundesamt).

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	255	260	310	358	409
WEM sens1	266	282	371	466	580
WEM sens2	249	247	278	301	318
WAM	251	251	292	342	396
WAM plus	253	250	256	262	260

3.2.6 Fernwärmenachfrage

Der Unterschied im Wirtschaftswachstum hat mehr Einfluss auf die Fernwärmenachfrage als die angenommene Differenz im Energiepreis. Der Verbrauch im Szenario WE sens1 liegt im Jahr 2050 um 6,5 PJ über WEM, die anderen darunter: Szenario WEM sens2 um 2,6 PJ, Szenario WAM um 7,7 PJ und Szenario WAM plus um 18 PJ (siehe Tabelle 32).

Szenario	2015	2020	2030	2040	2050
in PJ					
WEM	81,8	87,8	98,0	91,0	80,6
WEM sens1	82,4	89,2	99,5	94,4	87,1
WEM sens2	81,3	87,1	95,8	88,7	78,0
WAM	80,9	84,0	86,6	81,0	72,9
WAM plus	80,8	83,6	86,6	73,1	62,7

*Tabelle 32:
Fernwärmenachfrage in
verschiedenen
Szenarien für
ausgewählte Jahre
(Quellen: EEG 2015, IVT
2015, AEA 2015,
Umweltbundesamt).*

4 LITERATURVERZEICHNIS

- AEA – Austrian Energy Agency (2015): Baumann, M. & Kalt, G.: Szenarien für Strom- und Fernwärmeaufbringung und Stromnachfrage im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050. Wien.
- BMWi (2015): Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Ein Strommarkt für die Energiewende. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-gesamt,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> zuletzt abgerufen 1.6.2015
- BVL – BUNDESVEREINIGUNG LOGISTIK ÖSTERREICH/DEUTSCHLAND (2011): Grünbuch der nachhaltigen Logistik. Handbuch für die ressourcenschonende Gestaltung logistischer Prozesse. Wien, Bremen, 2011.
- EEG – Energy Economics Group (2015): Müller, A. & Kranzl, L.: Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Wien.
- ENERGIEAUTONOMIE VORARLBERG 2050: Ziel-Modal Splits 2050, abgerufen am 15.2.2015 unter: <http://www.energieautonomie-vorarlberg.at/de/downloads>
- ENERGIEINSTITUT (2014): Energieinstituts an der JKU: Forschung- und Entwicklungsfahrpläne industrieller Branchen wie Eisen- und Stahl, Chemie, Zement, Zellstoff und Mineralische Industrie. <https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Broschren/FE-FahrplanEnergieeffizienz-in-der-energieintensiven-Industrie.pdf> zuletzt abgerufen am 1.6.2015.
- ENERGIEWERKSTATT (2014): Winkelmeier, H.; Krenn, A. & Zimmer, F.: Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030.
- FORSCHUNGSVERBUND (2010): Fachausschuss „Nachhaltiges Energiesystem 2050“ des Forschungsverbunds Erneuerbare Energien: Energiekonzept 2050: http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energie_konzept.pdf zuletzt abgerufen am 1.6.2015
- HAMBURG INSTITUT (2015): Fernwärme 3.0. http://www.gruene-bundestag.de/fileadmin/media/gruenebundestag_de/themen_az/energie/150310_HHI-Studie-Fernwaerme.pdf zuletzt abgerufen am 1.6.2015
- IVT – Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (2015): Hausberger, S. & Schwingshackl, M.: Monitoring Mechanism 2015 und Szenario WAM plus – Verkehr. Graz.
- KLIMAKTIV (2014): Großbritannien friert CO₂-Mindestpreis bei 18 Pfund ein. http://www.klimaktiv.de/article135_16120.html zuletzt abgerufen am 1.6.2015.
- MOLITOR, R. et al. (2012): Nachhaltig umweltverträglicher Verkehr. Vergleichende Analyse der Konzepte „Environmentally Sustainable Transport“, „Low-Carbon-Economy Roadmap“ und Weißbuch Verkehr. Endbericht im Auftrag des BMLFUW. Wien, 2012. Nicht veröffentlicht.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2014): World Energy Outlook 2013.

- ÖROK – Österreichische Raumordnungskonferenz (2010): Hanika, A.: Kleinräumige Bevölkerungsprognose für Österreich 2010–2030 mit Ausblick bis 2050 („ÖROK-Prognosen“). Teil 1: Endbericht zur Bevölkerungsprognose. Wien.
<http://www.oerok.gv.at/raum-region/daten-und-grundlagen/oerok-prognosen/oerok-prognosen-2010.html>
- PFÄFFENBICHLER, P. et al. (2014): Identifikation verkehrs- und raumpolitischer Pfade auf dem Weg zu einem CO₂-armen Verkehrssystem 2050. Endbericht. Intern, nicht veröffentlicht. Wien, 2014.
- PROGRANS (2007): Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050. Basel.
- STATISTIK AUSTRIA (2013): Energiebilanzen 1970–2012. Statistik Austria, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2014): Energiebilanzen 1970–2013. Statistik Austria, Wien.
- STERN, N. (2015): The Logic, urgency, and promise in tackling climate change.
<http://wiiw.ac.at/the-logic-urgency-and-promise-in-tackling-climate-change-dlp-3541.pdf> zuletzt abgerufen am 1.6.2015.
- THALER, R. (1992): Strategien für ein nachhaltiges Verkehrssystem. Published in GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society, Volume 1, Number 5, September 1992, pp. 283-291(9).
- UMWELTBUNDESAMT (2013): Krutzler, T.; Gössl, M.; Schindler, I. et al.: Szenarien im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050. Reports, Bd. REP-0446. Umweltbundesamt, Wien.
- 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.
- WIFO – ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (2013): Kratena, K.; Meyer, I. & Sommer, M.: Energy Scenarios 2030. Model projections of energy demand as a basis to quantify Austria's GHG emissions. Wien.
- WIFO – ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (2014): Kratena, K.; Sommer, M.; Eysin, U. et al: Herausforderungen an die österreichische Energiewirtschaft. Wien.

Rechtsnormen und Leitlinien

- Energieeffizienzrichtlinie (RL 2012/27/EU): Richtlinie 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.

- Eco-Design-Richtlinie (ErP-RL; 2009/125/EC): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. ABl. Nr. 285/10.
- Mietrechtsgesetz (MRG; BGBl. Nr. 520/1981 i.d.g.F.): Bundesgesetz über das Mietrecht.
- Paket zur Energieunion (COM(2015) 82). Erreichung des Stromverbundziels von 10 %. Vorbereitung des europäischen Stromnetzes auf 2020.
- EU Monitoring Mechanism (VO (EU) Nr. 525/2013): Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 über ein System für die Überwachung von Treibhausgasemissionen sowie für die Berichterstattung über diese Emissionen und über andere klimaschutzrelevante Informationen auf Ebene der Mitgliedstaaten und der Union und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 280/2004/EG.
- 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.
- Wohnungseigentumsgesetz 2002 (WEG; BGBl. I Nr. 70/2002): Bundesgesetz über das Wohnungseigentum.
- Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz (WGG; dRGBL. I S 438/1940 i.d.g.F.): Gesetz über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen.
- Weißbuch Verkehr 2011 (KOM(2011) 144 endgültig. Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem

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 als Grundlage für die Diskussion der nationalen Klimapolitik ein forciertes Szenario für die energiewirtschaftliche Entwicklung und der Treibhausgas-Emissionen bis 2050 erstellt (WAM plus). Damit liegt eine Gesamtanalyse mit einer konsistenten Storyline bis zum Jahr 2050 vor. Zusätzlich wurden für jeden Sektor Entwicklungen modelliert, die neben einem höheren Einsatz von Erneuerbaren Energieträgern und deutlich verstärkter Energieeffizienz auch strukturelle Änderungen voraussetzen. Zentral dafür sind eine Fixierung der Energiewende als gesellschaftspolitische Zielsetzung und Änderungen im Lebensstil und Konsumverhalten. Die Ergebnisse zeigen, dass Maßnahmen, die nach 2020 im Hinblick auf Energie- und Klima-Ziele 2030 und 2050 gesetzt werden, auch bei stetigem Wirtschaftswachstum zu einer Trendwende im Energieverbrauch führen.