



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

Unsere Energiewelt 2040

Ein Zukunftsbild der Österreichischen Energieagentur

Methodik, Annahmen und Ergebnisse der Modellierung

Österreichische Energieagentur

Wien, im Jänner 2025

www.unsereenergiewelt2040.at

Impressum

Herausgeberin: Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency, ZVR 914305190

Mariahilfer Straße 136, 1150 Wien

Telefon: +43 1 586 15 240, office@energyagency.at, energyagency.at

Für den Inhalt verantwortlich: DI Franz Angerer

Herstellerin: Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency | Wien

Die Österreichische Energieagentur hat die Inhalte der vorliegenden Publikation mit größter Sorgfalt recherchiert und dokumentiert. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Rahmenbedingungen	6
3	Modellierung und Annahmen	7
3.1	Modellierung des Endverbrauchssektors	7
3.1.1	Modellierung des Sektors „Produzierender Bereich“	7
3.1.2	Modellierung des Transportsektors	9
3.1.3	Modellierung „Sonstige Wirtschaftsbereiche“	10
3.2	Modellierung des Erzeugungssektors.....	12
3.3	Modellierung Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen)	14
4	Ergebnisse.....	16
4.1	Endverbrauchssektor.....	16
4.1.1	Endenergieverbrauch im Produzierenden Bereich.....	19
4.1.2	Endenergieverbrauch im Transportsektor	21
4.1.3	Endenergieverbrauch in Sonstigen Wirtschaftsbereichen	22
4.2	Erzeugungssektor	23
4.2.1	Strom	23
4.2.2	Fernwärme	25
4.2.3	Bruttoinlandsverbrauch.....	26
4.2.4	Umwandlungseinsatz	27
4.2.5	Autonomie der Energieversorgung	27
4.3	THG-Emissionen	29
	Literatur	30
	Abbildungsverzeichnis	31
	Tabellenverzeichnis	33
	Abkürzungsverzeichnis	35
	Anhang: Energieflussbild	36

1 Einleitung

Die Energiewende ist für Österreich eines der wichtigsten und ambitioniertesten Vorhaben, um Klimaneutralität zu erreichen. Zugleich ist unsere Energiewelt 2040 für die meisten von uns nur eine vage Idee ohne klare Vorstellung: Wie werden wir in Zukunft leben? Was bedeutet Klimaneutralität konkret für unser Wohnen, unsere Arbeit, unsere Industrie und unsere Gesellschaft?

Als Österreichische Energieagentur ist es uns ein großes Anliegen, ein positives Bild der Zukunft zu vermitteln – eine Zukunft, der wir zuversichtlich entgegenblicken. Wir wollen mit dem Projekt „Unsere Energiewelt 2040“ zeigen, dass ein klimaneutrales Energiesystem nicht nur möglich und realisierbar ist, sondern sogar Benefits für uns alle hat – für uns als Gesellschaft, für die Wirtschaft und für jede und jeden Einzelnen.

Dafür ist es notwendig, einen ganzheitlichen Blick zu entwickeln und das Energiesystem in seiner Gesamtheit zu betrachten. Dieses Zukunftsbild – wie schaut unsere Welt aus, wenn wir von einem klimaneutralen Energiesystem ausgehen – haben wir uns als Österreichische Energieagentur in einem selbst finanzierten Projekt angesehen.

„Unsere Energiewelt 2040“ ist ein Projekt der Österreichischen Energieagentur – Austrian Energy Agency (AEA), an dem über 30 Personen aus unterschiedlichen Fachrichtungen interdisziplinär zusammengearbeitet haben.

2 Rahmenbedingungen

Unser Zukunftsbild orientiert sich an den Grundpfeilern unserer Vereinsstatuten und an unserem Auftrag als Österreichische Energieagentur: Der Zweck des Vereins ist die wissenschaftliche Untersuchung, Vorbereitung, Durchführung und Unterstützung von Maßnahmen, die zu einer volkswirtschaftlich optimalen und nachhaltigen Bereitstellung und Nutzung von Energie führen. Unter anderem sollen neue Technologien, energieeffiziente Systeme und erneuerbare Energieträger unterstützt werden.

Davon abgeleitet ist unser Zukunftsbild:

- ... sinnvoll im Sinne unserer Statuten.
- ... im Rahmen der Potentiale machbar, erfordert jedoch politische Maßnahmen zur Realisierung.
- ... ambitioniert, aber weitgehend mit heute ausgereiften Technologien umsetzbar.

In unserem Zukunftsszenario wird von einem fiktiven Jahr 2040 ausgegangen, in dem die Umstellung auf klimaneutrale Energieträger im Energiesystem vollständig umgesetzt wurde. Die generelle Entwicklung des Verbrauchs wird mithilfe von zwei Faktoren bestimmt: einerseits je nach Sektor dem erwarteten Wirtschaftsbeziehungsweise Bevölkerungswachstum, andererseits der erwarteten Entwicklung der Energieintensität. Generell wird von einem jährlichen Wirtschaftswachstum von 1,5 % und einem Bevölkerungswachstum von 7 % gegenüber 2022 ausgegangen.

Die Grundlage für das Zukunftsbild „Unsere Energiewelt 2040“ und für die Entwicklung realistischer Annahmen für das Modell war eine gemeinsame Verständigung darauf, welche Kriterien bei der Bewertung eines neuen Energiesystems eine Rolle spielen. Für eine möglichst repräsentative Gewichtung unterschiedlicher Kriterien wurden über das Projektteam hinaus sämtliche Mitarbeiter:innen der Österreichischen Energieagentur miteinbezogen. Die gewählten Kriterien sind in vier Themenbereiche gegliedert:

Versorgung sichern

Kriterien sind: Importabhängigkeit, Diversifizierungsfähigkeit, Technologiesouveränität, Sabotageanfälligkeit sowie Klimawandelrisiken und systemische Redundanzen.

Energie liefern

Kriterien sind: Strom-, Flexibilitäts- und Anlagenbedarf, Bedarf an neuer Infrastruktur, Primärenergiebedarf, Energieeffizienz, Mitwirkungsbedarf und Innovationsaufwand.

Nachhaltigkeit verankern

Kriterien sind: Treibhausneutralität, Landnutzung, Rohstoffintensität, Biodiversität und Luftverschmutzung.

Gesellschaftlichen Mehrwert schaffen

Kriterien sind: Demokratisierung und Teilhabe, Lebensqualität, Jobs und Wertschöpfung in Österreich, gesellschaftliche Akzeptanz, globale Skalierbarkeit sowie die Leistbarkeit von Energieversorgung.

Auf Basis dieser Kriterien wurde ein Zukunftsszenario für das Jahr 2040 modelliert und bewertet. Das Szenario wird als „Unsere Energiewelt 2040“ in der Folge detailliert beschrieben.

3 Modellierung und Annahmen

Es wird von einem fiktiven Jahr 2040 ausgegangen, in dem die Umstellung auf klimaneutrale Energieträger im Energiesystem (fast) vollständig umgesetzt wurde. Die Modellierung des Szenarios erfolgte über ein AEA-internes Modell. Dieses bildet zuerst die Entwicklungen und notwendigen Veränderungen für einen dekarbonisierten Endverbrauchssektor ab. Die daraus resultierenden Anforderungen an den Erzeugungssektor wurden in weiterer Folge modelliert. In den folgenden Kapiteln werden die Modellierung des Endverbrauchs- sowie Erzeugungssektors sowie die im Rahmen des Fachgremiums getroffenen Annahmen diskutiert.

3.1 Modellierung des Endverbrauchssektors

Die Modellierung des Endverbrauchssektors basiert auf Daten der österreichischen Nutzenergieanalyse (Statistik Austria, 2023a). Zusätzlich wurde die stoffliche Nutzung von Energieträgern (in Hochofenprozessen oder der chemischen Industrie) aus der Energiebilanz (Statistik Austria, 2023b) in die Nutzenergieanalyse übertragen. Diese Nutzung wird in Energiestatistiken aktuell dem Umwandlungssektor zugeschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass in einem klimaneutralen Energiesystem der Energieverbrauch der dekarbonisierten Stahlerzeugung nicht mehr im Umwandlungssektor bilanziert wird und stattdessen die benötigten Energieträger (zum Beispiel Strom oder Wasserstoff) dem Endenergieverbrauch zugewiesen werden können.

Die generelle Entwicklung des Verbrauchs wird mithilfe von zwei Faktoren bestimmt: einerseits je nach Sektor dem erwarteten Wirtschafts- beziehungsweise Bevölkerungswachstum (Aktivitätsfaktor), andererseits der erwarteten Entwicklung der Energieintensität. Generell wird von einem jährlichen Wirtschaftswachstum von 1,5 % und einem Bevölkerungswachstum von 7 % gegenüber 2022 (Statistik Austria, 2023) ausgegangen. Die Entwicklung der Energieintensität wurde anhand von AEA-internen Prognosemodellen mittels Trendfortschreibungen modelliert. Um die Dekarbonisierung des Endenergieverbrauchs darzustellen, wurden die aus der Prognose des Endenergieverbrauchs 2040 resultierenden Mengen an fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger umverteilt. In dieser Umverteilung wurden Effizienzgewinne beziehungsweise -verluste durch den Wechsel zwischen Energieträgern und Technologien berücksichtigt. Die Umverteilungsschlüssel je Sektor und Branche wurden im Rahmen von mehreren internen Fachworkshops erarbeitet und werden in den Folgekapiteln näher erläutert.

3.1.1 Modellierung des Sektors „Produzierender Bereich“

Für die Modellierung des Industriesektors wurde, wie bereits im Vorkapitel beschrieben, von einem Wirtschaftswachstum von 1,5 % pro Jahr ausgegangen. Abweichungen hiervon gibt es in der stofflichen Nutzung von Energieträgern der chemischen Industrie sowie im Bereich der Rohstahlerzeugung in Hochöfen. In der chemischen Industrie wird davon ausgegangen, dass die Ammoniakproduktion nur mehr 10 % der heutigen Produktion ausmacht. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass aufgrund von Skaleneffekten eine günstigere Produktion im Ausland möglich ist. Der für die zukünftige Ammoniakproduktion benötigte Wasserstoff ist zusätzlich schwieriger zu transportieren als Ammoniak selbst. Bei der inländischen Produktion von Methanol und Olefinen wird von gleichen Erzeugungsmengen wie heute ausgegangen. Als Feedstock für die Produktion von Methanol dienen Wasserstoff und Kohlendioxid. Letzteres wird über die notwendigen CO₂-Abscheidungsmaßnahmen gewonnen. Die Olefinproduktion erfolgt auf Basis von nachhaltigem Naphtha, einem flüssigen Kohlenwasserstoffgemisch aus synthetischen Quellen (unter E-Fuels bilanziert), das aktuelle

petrochemische Prozesse ersetzt. Die klassische Roheisenherstellung in Hochöfen findet in Österreich nicht mehr statt. Stattdessen wird Eisenschwamm importiert und Schrottstahl genutzt. Zwei Ausgangsmaterialien, die als Rohstoff für die Stahlerzeugung dienen. Es zeichnet sich ein Shift von energieintensiven Primärprozessen hin zur Veredelung von Produkten ab. Die Schmelzung des Eisenschwamms erfolgt dabei mittels Elektrolichtbogenöfen, deren Stromverbrauch im Endenergieverbrauch bilanziert wird.

Der Umstellungsschlüssel von fossilen auf erneuerbare Energieträger wurde je Branche im Rahmen von internen Fachworkshops definiert und orientiert sich vor allem an den benötigten Temperaturniveaus. Für die einzelnen Nutzenergiekategorien ergeben sich folgende Verteilungen:

- **Raumwärme und Warmwasser:** Aufteilung der fossilen Anteile auf Wärmepumpen (60 %), Fernwärme (30 %) und Biomasse (10 %); in Branchen mit hohem Biomasseanteil in der Prozesswärmebereitstellung (zum Beispiel Papier und Druck, Holzverarbeitung) stärkere Verlagerung hin zu Biomasseheizungen (40 %); der restliche vormals fossile Endenergiebedarf wird zu je 30 % über Wärmepumpen und Fernwärme gedeckt
- **Prozesswärme unter 200 °C:** Aufteilung der fossilen Anteile auf Wärmepumpen (60 %), Fernwärme (30 %) und Biomasse (10 %); in Branchen mit hohem Biomasseanteil in der Prozesswärmebereitstellung (zum Beispiel Papier und Druck, Holzverarbeitung) stärkere Verlagerung hin zu Biomasseheizungen
- **Prozesswärme über 200 °C:** siehe Tabelle 1
- **Standmotoren:** fast vollständige Elektrifizierung, 30 % Wasserstoff in Sektoren mit mobilen Arbeitsmaschinen (nichtstationäre Arbeitsmaschinen wie Baufahrzeuge der Bergbau- und Bauindustrie)
- **Beleuchtung und EDV sowie Elektrochemie:** bereits vollständig elektrifiziert

Tabelle 1: Umverteilungsschlüssel auf erneuerbare Energieträger in der Prozesswärme > 200 °C

Umverteilungsschlüssel auf erneuerbare Energieträger	Strom direkt	Fernwärme	Wärmepumpe	Biomasse	Wasserstoff	Biomethan	E-Fuels
Eisen- und Stahlerzeugung	88 %	0 %	0 %	0 %	8 %	3 %	2 %
Chemie und Petrochemie	65 %	0 %	0 %	0 %	23 %	8 %	5 %
Nicht-Eisen-Metalle	65 %	0 %	0 %	0 %	23 %	8 %	5 %
Steine und Erden, Glas	65 %	0 %	0 %	0 %	23 %	8 %	5 %
Fahrzeugbau	60 %	0 %	0 %	0 %	19 %	6 %	15 %
Maschinenbau	50 %	0 %	0 %	0 %	26 %	9 %	15 %
Bergbau	0 %	0 %	0 %	0 %	38 %	13 %	50 %
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	25 %	25 %	0 %	25 %	19 %	6 %	0 %
Papier und Druck	5 %	0 %	0 %	85 %	8 %	3 %	0 %
Holzverarbeitung	5 %	0 %	0 %	85 %	7 %	2 %	0 %
Bau	0 %	0 %	0 %	0 %	38 %	13 %	50 %
Textil und Leder	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Umverteilungsschlüssel auf erneuerbare Energieträger	Strom direkt	Fern-wärme	Wärme-pumpe	Bio-masse	Wasser-stoff	Bio-methan	E-Fuels
Sonstiges Produzierender Bereich	20 %	20 %	0 %	20 %	15 %	5 %	20 %

Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

3.1.2 Modellierung des Transportsektors

Straßenverkehr – Personen

Beim motorisierten Individualverkehr (MIV) wurde angenommen, dass der Aktivitätsfaktor bis 2040 leicht sinkt. Das heißt, dass die zurückgelegten Personenkilometer pro Einwohner:in durch vermehrte Nutzung alternativer Mobilitätsangebote auch sinken.

Den größten positiven Effekt hat jedoch die Umstellung des Antriebs von Pkw von fossil auf batterieelektrisch. Durch die Effizienzgewinne des elektrischen Antriebs können erhebliche Einsparungen im Energieverbrauch erzielt werden, was zusätzlich zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beiträgt. Es wird angenommen, dass 93 % der Pkw-Kilometer im Jahr 2040 batterieelektrisch gefahren werden, 1 % mit Wasserstoff sowie 6 % mit klimaneutralen E-Fuels bzw. Biofuels.

Straßenverkehr – Öffentliche Verkehrsmittel

Beim Einsatz von öffentlichen Verkehrsmitteln im Straßenverkehr wird eine Steigerung um 25 % bis 2040 angenommen, welche sich unter anderem durch ein verbessertes Bus- und Bahnangebot bei wachsender Bevölkerung ergibt.

Auch bei öffentlichen Verkehrsmitteln im Straßenverkehr erhält man den größten Effizienzgewinn durch die Umstellung des Antriebs der Busflotte auf batterieelektrisch. Es wird angenommen, dass 99 % der Buskilometer im Jahr 2040 batterieelektrisch gefahren werden sowie 1 % mit Wasserstoff.

Eisenbahn

Bei der Eisenbahn wird eine Steigerung der Aktivität um 30 % bis 2040 angenommen. Ein stärkeres Wachstum erscheint durch die Limitierung der Gleiskapazitäten im Zeitraum bis 2040 schwierig.

Beim Antrieb wird eine Umstellung auf 100 % elektrisch angenommen. Die wenigen nichtelektrisierten Bahnstrecken werden batterieelektrisch überwunden.

Straßenverkehr – Güter

Beim Güterverkehr wird eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Güterverkehr angenommen. Der Güterverkehr auf der Straße stagniert, während der Güterverkehr über das Schienennetz um 20 bis 30 % steigt (siehe Eisenbahn).

Den größten positiven Effekt hat jedoch die Umstellung des Antriebs von Lkw von fossil auf batterieelektrisch und Wasserstoff. Es wird angenommen, dass 80 % der Lkw-Kilometer im Jahr 2040 batterieelektrisch betrieben werden, 18 % mit Wasserstoff sowie 2 % mit klimaneutralen E-Fuels bzw. Biofuels.

Tanktourismus

Beim Tanktourismus wird angenommen, dass der Treiber des heutigen Tanktourismus – die Preisdifferenz zwischen In- und Ausland (heute bei Dieseltreibstoff) – im Jahr 2040 nicht mehr vorhanden sein wird.

Rohrfernleitungen

Beim Transport in Rohrfernleitungen wird eine leichte Verringerung auf 80 % angenommen, da eine deutliche Reduktion bei Gasleitungen zu erwarten ist, die nur teilweise zu Wasserstoffleitungen transformiert werden. Der Betrieb wird mit 100 % erneuerbarem Strom durchgeführt.

Binnenschifffahrt

Bei der Binnenschifffahrt werden gleiche Aktivitäten für 2040 wie heute angenommen. Für den Antrieb wird zu 98 % die Nutzung von E-Fuels bzw. anderen flüssigen Kraftstoffen angenommen, der Rest der Schifffahrt wird elektrifiziert.

Flugverkehr

Es wird eine Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Flugverkehr angenommen. Der Flugverkehr stagniert, wie auch im Mobilitätsmasterplan angenommen (BMK, 2021).

Beim Treibstoff muss zwischen internationalem und nationalem Flugverkehr unterschieden werden. Bis 2040 müssen gemäß der ReFuelEU-Aviation-Verordnung mindestens 34 % des Flugverkehrs auf Sustainable Aviation Fuels (SAF) umgestellt sein (EU, 2023), während der verbleibende Anteil weiterhin mit fossilem Kerosin betrieben wird, das jedoch nicht in die nationale Treibhausgasbilanz einfließt. Es werden zusätzlich 2 % batterieelektrischer Antrieb angenommen.

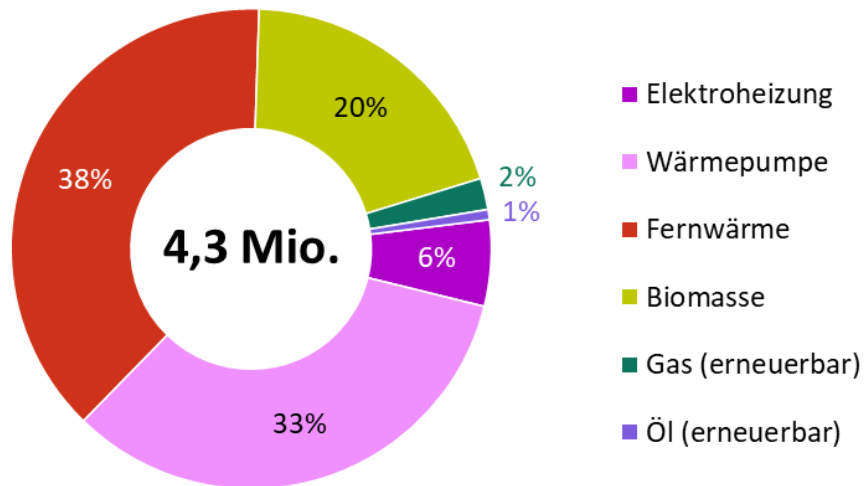
3.1.3 Modellierung „Sonstige Wirtschaftsbereiche“

Private Haushalte

Bei einer Steigerung der Bevölkerung auf 9,6 Millionen Einwohner (Statistik Austria, 2023c) und einer leichten Reduktion der Wohnfläche pro Einwohner mit 51 m² (minus 5 % zu heute) ergibt sich eine leichte Vergrößerung der gesamten Wohnfläche um 3 % bis 2040. Demgegenüber steht eine Verbesserung der thermischen Gebäudequalität durch eine angenommene Sanierungsrate von 2,2 % pro Jahr, die höher ist als heute, jedoch niedriger als eine Sanierungsrate von 3 %, wie sie aktuell in sehr ambitionierten Szenarien angenommen wird. Die modernisierten Gebäude haben infolge der Sanierungen einen durchschnittlichen HWB von 50 kWh/m²a. Dadurch sinkt der durchschnittliche Heizwärmebedarf des gesamten Gebäudebestands von 170 kWh/m²a (Durchschnitt von 2021 und 2022) auf 123 kWh/m²a im Jahr 2040.

Den größten Effekt für die energetische Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser hat jedoch der Heizungsaustausch auf erneuerbare Energieträger. Im Modell wird ein Öl- und Gaskesselausstieg zu 95 % beziehungsweise 90 % bis 2040 angenommen, wobei von einem Wechsel von Öl und Gas auf Wärmepumpe, Fernwärme und Biomasse (vor allem Pellets- und Stückholzheizungen) ausgegangen wird. Daraus ergeben sich Anteile von 38 % für Fernwärme, 33 % für Wärmepumpen, 20 % für Biomasseheizungen und 6 % für Elektroheizungen. Die verbleibenden Öl- und Gaskessel werden klimaneutral mit E-Fuels (bzw. biobasierten Heizölen) beziehungsweise Biomethan betrieben (siehe Abbildung 1). Die Biomethan-Versorgung orientiert sich am Bedarf der Industrie und von Kraftwerken. Um diese herum werden vereinzelt noch Gasverteilnetze betrieben, um auch Raumwärme bereit zu stellen.

Abbildung 1: Angenommene Verteilung der Heizungssysteme 2040



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Öffentliche und private Dienstleistungen

Die wirtschaftliche Entwicklung im Dienstleistungssektor folgt dem generellen Wirtschaftswachstum. Auch in diesem Bereich findet ein umfassender Heizungstausch auf erneuerbare Energieträger statt. Ähnlich wie im Bereich private Haushalte wird im Modell ein Öl- und Gaskesselausstieg zu 95 % beziehungsweise 90 % bis 2040 angenommen, wobei von einem Wechsel von Öl und Gas auf Wärmepumpe, Fernwärme und Biomasse (vor allem Pellets- und Stückholzheizungen) ausgegangen wird. Die verbleibenden Öl- und Gaskessel werden klimaneutral mit E-Fuels (bzw. Biofuels) beziehungsweise Biomethan betrieben.

Landwirtschaft

Auch in der Landwirtschaft wird ein Wechsel von Öl und Gas auf Wärmepumpe, Fernwärme und Biomasse angenommen. Die verbleibenden Öl- und Gaskessel werden klimaneutral mit E-Fuels/Biofuels beziehungsweise Biomethan betrieben. Die wirtschaftliche Entwicklung folgt dem generellen Wirtschaftswachstum.

3.2 Modellierung des Erzeugungssektors

Für die Modellierung der Erzeugungsseite wurden in einem ersten Schritt die maximalen inländischen Potenziale von Primärenergieträgern definiert. Folgende Primärenergieträger sind im Modell abgebildet:

- Holzartige Biomasse
- Biogene Abfälle
- Feste landwirtschaftliche Reststoffe
- Gülle
- Klärschlamm
- Nichterneuerbarer Müll
- Pflanzliche Altöle und -fette
- Ölpflanzen
- Stärke- und Zuckerpflanzen
- Umgebungswärme

Diese Primärenergieträger können entweder direkt in Kraftwerksprozessen oder im energetischen Endverbrauch genutzt oder zu folgenden Energieträgern umgewandelt werden:

- Biogas (aus biogenen Abfällen, festen landwirtschaftlichen Reststoffen, Gülle, Klärschlamm)
- Biomethan (aus Biogas)
- Biofuels (aus Biomethan, pflanzlichen Altölen und -fetten, Ölpflanzen, Stärke- und Zuckerpflanzen)
- Wasserstoff (aus Strom)
- E-Fuels (aus Wasserstoff)

Im Kraftwerksbereich werden Erzeugungskapazitäten zur Strom- beziehungsweise Fernwärmeerzeugung modelliert. Tabelle 2 zeigt die verschiedenen Technologien und deren Ausbaupotenziale im Bereich der Stromerzeugung.

Tabelle 2: Erzeugungstechnologien und Ausbaupotenziale in der **Stromerzeugung**

Erzeugungstechnologie	Ausbaupotenzial [Gigawatt/GW]
Wasserkraft (inkl. Speicherwasser)	16,70
Wind	21,00
Photovoltaik	31,00
Geothermie	0,00025
Nichtererneuerbarer Müll	0,19
Biomasse-KWK (Kraft-Wärme-Kopplung)	0,95
Biogas-KWK	0,02
Wasserstoff-KWK	3,30
Biomethan-KWK	1,20

Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Tabelle 3 zeigt die verschiedenen Technologien und deren Ausbaupotenziale im Bereich der Fernwärmeerzeugung.

Tabelle 3: Erzeugungstechnologien und Ausbaupotenziale in der **Fernwärmeerzeugung**

Erzeugungstechnologie	Ausbaupotenzial [GW]
Biomasse-KWK*	1,05
Biomasseheizwerk	2,40
Müllheizwerk	0,15
Wasserstoff-KWK*	2,01
Biomethan-KWK*	0,73
Biomethanheizwerk	0,40
Biogas-KWK*	0,001
Geothermie	0,70
Wärmepumpe	3,60
Solarthermie	0,10
Elektrodenkessel	1,69

* thermische Leistung anhand der elektrischen Leistung und Heat-to-Power Ratio hochgerechnet

Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Die Potenziale für den Kraftwerkspark wurden im Rahmen einer Literaturrecherche ermittelt beziehungsweise Schätzungen diverser Fachverbände entnommen, werden aber nicht in allen Fällen vollständig ausgeschöpft. Im Rahmen des AEA-internen Fachgremiums wurde die Zusammensetzung des Kraftwerksparks sowie dessen Betriebsweise (Bandlast- beziehungsweise Spitzenlastkraftwerke, saisonaler Betrieb mit Sommer- beziehungsweise Winterschwerpunkt) definiert.

Zusätzlich wird der Verbrauch des Sektors Energie modelliert. Dieser besteht neben den Netzverlusten im Bereich Strom und Fernwärme aus der in den Umwandlungsprozessen benötigten Energie für Pumpen, Kompressoren, Erwärmungsprozesse et cetera.

Für alle Primär- sowie Sekundärenergieträger werden im Modell neben der inländischen Erzeugung auch Importe abgebildet. Die Importquoten für jeden Energieträger wurden ebenfalls im Rahmen des internen Fachgremiums definiert.

Generell wird stark auf die Energieautonomie Österreichs gesetzt. Für einzelne Energieträger wurden aufgrund wirtschaftlicher oder technologischer Überlegungen jedoch Importquoten definiert. Diese sind in Tabelle 4 dargestellt. Gesamt ergibt sich damit eine Importquote von 10 %.

Tabelle 4: Festgelegte Importquoten einzelner Energieträger

Energieträger	Importquote [%]
Wasserstoff	70
Biofuels	60
E-Fuels	95

Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Für elektrische Energie errechnet das Modell die Import- beziehungsweise Exportquote auf monatlicher Basis anhand der Differenz zwischen Aufbringung und Verbrauch. Im Jahressaldo ist diese Import/Export-Bilanz ausgeglichen.

3.3 Modellierung Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen)

Im Rahmen dieser Betrachtung werden nur jene Emissionen berücksichtigt, die im direkten Zusammenhang mit Energieerzeugung, -umwandlung und -verbrauch entstehen („energiebedingte Emissionen“). Es handelt sich somit um keine vollständige Treibhausgasbilanz für Österreich im Jahr 2040, sondern repräsentiert etwa zwei Drittel der gesamten heutigen Brutto-THG-Emissionen. Für eine vollständige Treibhausgasbilanz müssten neben den bisher genannten Bereichen auch folgende Emissionen enthalten sein:

- Emissionen der Landwirtschaft (aber: Energieeinsatz in der Landwirtschaft ist in der Modellierung enthalten)
- Emissionen der Abfallwirtschaft (aber: Abfallverbrennung zur Energiegewinnung ist in der Modellierung enthalten)
- Emissionen durch den Ausstoß von F-Gasen
- Emissionsreduktion durch LULUCF-Senken (Land Use, Land Use-Change and Forestry)
- Geogene Emissionen der Zementindustrie und anderer mineralischer Industrien (aber deren Energieverbrauch ist enthalten)
- Andere prozessbedingten Emissionen, wie etwa der Rohstahlproduktion (aber: Die Rohstahlproduktion findet 2040 gemäß Annahme nicht mehr in Österreich statt, weshalb diese in der Bilanz 2040 ohnehin nicht mehr umfasst wäre)

Das Fachgremium hat sich dazu entschlossen, diese Bereiche in der Modellierung der Treibhausgasemissionen nicht zu behandeln, da diese weitere, nicht direkt im Fokus der Österreichischen Energieagentur liegende, Prognosen (z.B. zur Entwicklung des Waldbestands) nötig machen würden.

Um die modellierten Emissionen trotzdem vergleichbar zu machen, wird auf den National Inventory Report zurückgegriffen, welcher **für das Jahr 2022 48,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent** für den Energiesektor ausgibt (Umweltbundesamt, 2024). Zur Berechnung der Emissionen 2040 wurde der Bruttoinlandsverbrauch (BIV) (exkl. Importe) abzüglich jener Energiemengen herangezogen, die für die stoffliche Nutzung in der Stahlproduktion beziehungsweise chemischen Industrie genutzt werden. Die Treibhausgasemissionen sowie das Global Warming Potential (GWP) der klimarelevanten Gase für alle eingesetzten Energieträger wurden den Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) entnommen (IPCC, 2006). Die Werte für das Global Warming Potential wurden aus dem 6. Sachstandsbericht

des IPCC übernommen (IPCC, 2021). Die Emissionen aus der Abfallverbrennung wurden mit einem nationalen Faktor bewertet (Umweltbundesamt, 2024). Für importierte Energieträger (Wasserstoff, Biofuels, E-Fuels, elektrische Energie) wird davon ausgegangen, dass diese Importe klimaneutral produziert wurden. Die aus der Verbrennung von Kerosin entstehenden Treibhausgasemissionen werden nicht berücksichtigt, da dieses für internationale Flüge eingesetzt wird, welche nicht im Rahmen von nationalen Treibhausgasbilanzen bilanziert werden.

Da es sich um eine Gesamtsystembetrachtung handelt, werden zur Vermeidung von Doppelzählungen nur Primärenergieträger betrachtet. So entstehen zum Beispiel durch den Einsatz von Strom und Fernwärme keine Emissionen, da diese durch den höheren Einsatz anderer Energieträger für die Strom- beziehungsweise Fernwärmeerzeugung berücksichtigt sind. Tabelle 5 enthält die für die Berechnung genutzten Emissionsfaktoren.

Tabelle 5: Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger

Energieträger	Tonnen CO ₂ -Äquivalent/GWh (Gigawattstunden)
Biofuels	0,9**
Kerosin	252,9*
Brennbare Abfälle	130,3 ⁽²⁾
Brennholz	6,8 ⁽¹⁾
Feste biogene Brennstoffe	3,6 ⁽³⁾
Biogas	0,2 ⁽¹⁾
Biomethan	0,2 ⁽¹⁾
Umgebungswärme	0,0 ⁽¹⁾
Geothermie	0,0 ⁽¹⁾
Solarthermie	0,0 ⁽¹⁾
Fernwärme	0,0*
Wasserkraft	0,0 ⁽¹⁾
Windkraft	0,0 ⁽¹⁾
Photovoltaik	0,0 ⁽¹⁾
Elektrische Energie	0,0*
Wasserstoff	0,0**
E-Fuels	0,0**

* in Treibhausgasbilanz nicht berücksichtigt; ** Annahme: Import von klimaneutral erzeugten Energieträgern

Quelle: ⁽¹⁾ (IPCC, 2006); ⁽²⁾ Berechnung der Österreichischen Energieagentur basierend auf (Umweltbundesamt, 2024); ⁽³⁾ Berechnung der Österreichischen Energieagentur basierend auf (IPCC, 2006)

4 Ergebnisse

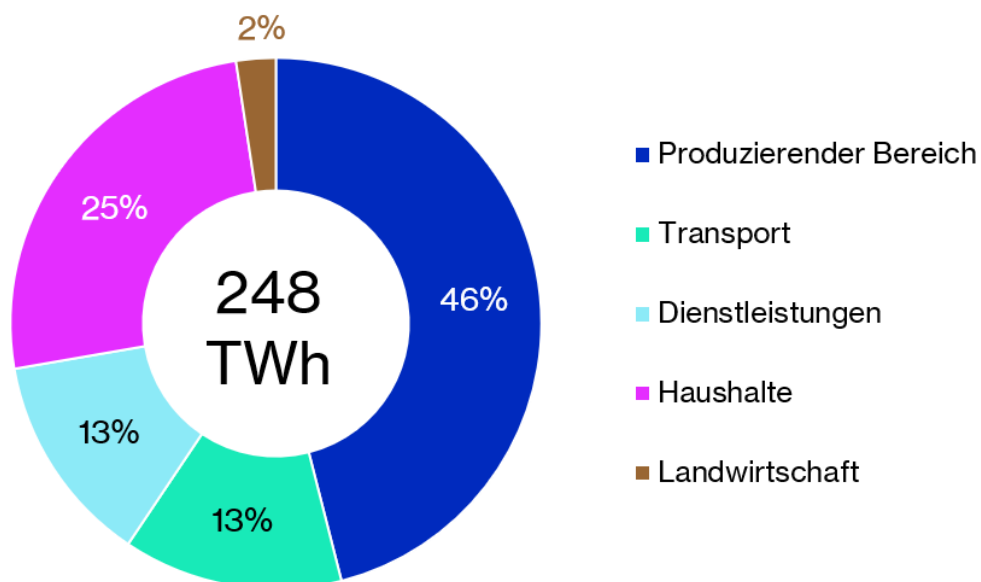
Die folgenden Kapitel geben einen Einblick in den modellierten Endverbrauchs- und Erzeugungssektor. Im Endverbrauchssektor wird die Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf Sektoren sowie Energieträger näher betrachtet. Das Kapitel zum Erzeugungssektor diskutiert die saisonale Strom- und Fernwärmeerzeugung sowie den Bruttoinlandsverbrauch, den Umwandlungseinsatz und die Importquote unterschiedlicher Energieträger. Zum Abschluss werden die resultierenden, energiebedingten Treibhausgasemissionen mit den heutigen Emissionen verglichen.

Im Anhang dieses Berichts befindet sich ein Energieflussbild, das das im Rahmen des Projekts „Unsere Energiewelt 2040“ erarbeitete Gesamtenergiesystem darstellt.

4.1 Endverbrauchssektor

Aus den in Kapitel 3.1 beschriebenen Annahmen ergibt sich im Jahr 2040 ein Endenergieverbrauch von 248 TWh (Terrawattstunden). Davon entfallen 46 % auf den Produzierenden Bereich, 25 % auf Haushalte, 13 % auf den Transportsektor, 13 % auf öffentliche und private Dienstleistungen und 2 % auf die Landwirtschaft (siehe Abbildung 2).

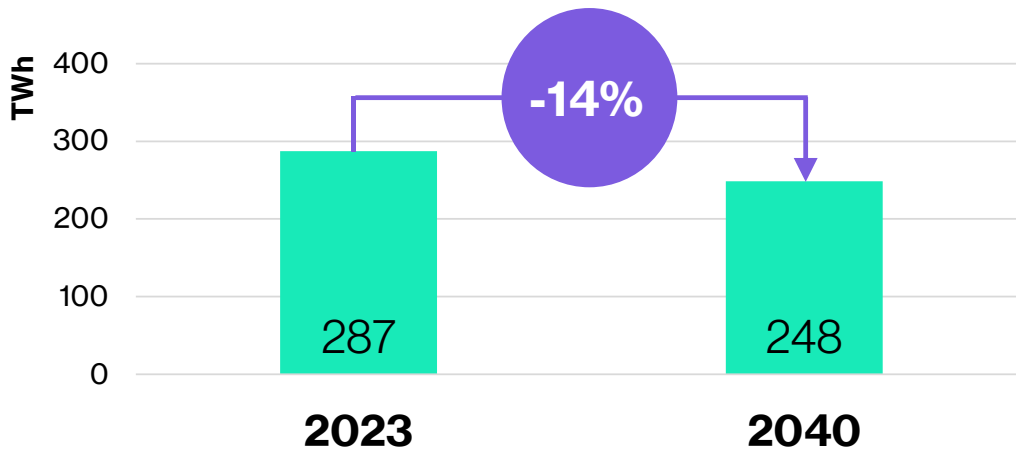
Abbildung 2: Endenergieverbrauch Österreich 2040 nach Sektoren



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Das bedeutet eine Reduktion um 14 % gegenüber dem Endenergieverbrauch des Jahres 2023.

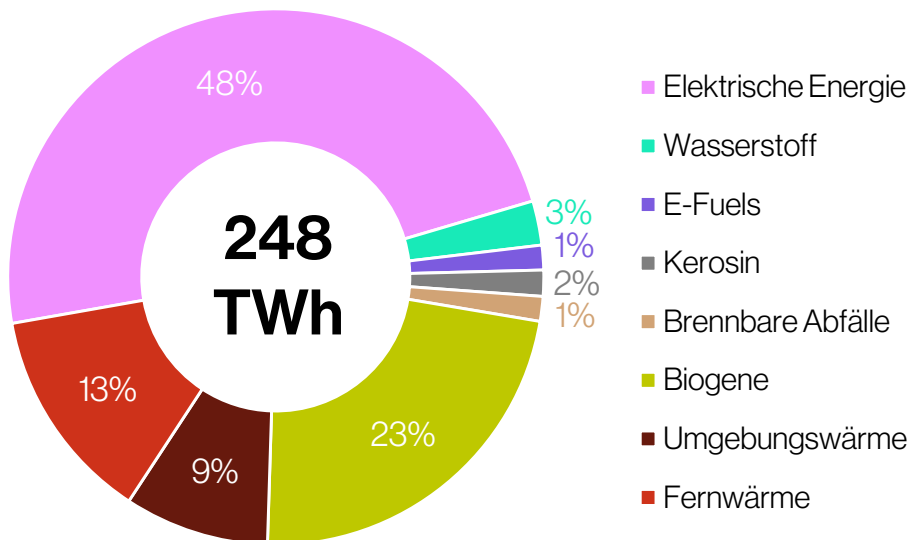
Abbildung 3: Vergleich des modellierten Endenergieverbrauchs 2040 mit dem Endenergieverbrauch 2023



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Nach Energieträgern betrachtet besteht der Endenergieverbrauch von 248 TWh zu 48 % aus elektrischer Energie, 13 % Fernwärme und 19 % Brennholz. Zusammen mit den 9 % Umgebungswärme (die vorrangig auf die Nutzung von Wärmepumpen zurückzuführen sind), zeigt sich mit über 50 % die hohe Bedeutung der Elektrizität im Energiesystem von 2040. Wasserstoff trägt mit 3 %, Biomethan, Biofuels, und Kerosin mit jeweils 2 %, brennbare Abfälle und E-Fuels mit 1 % in kleineren Mengen zum Endenergieverbrauch bei (siehe Abbildung 4).

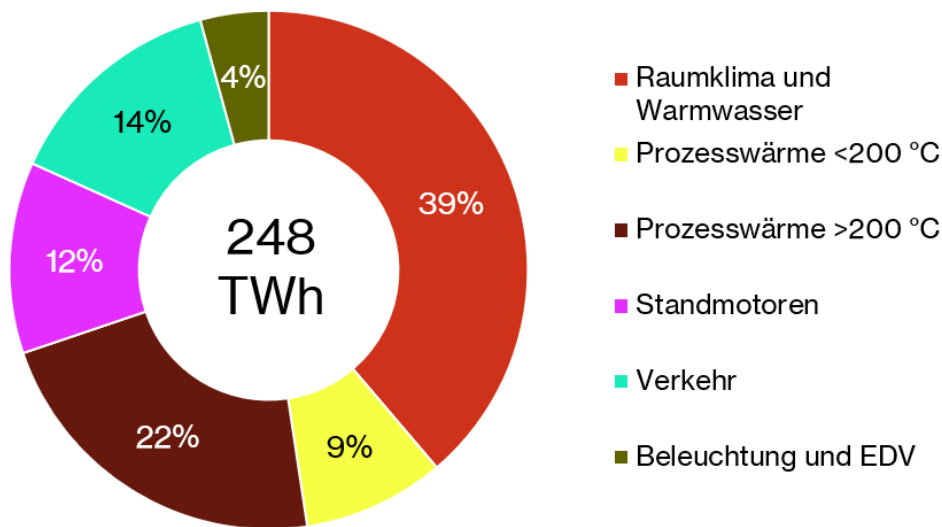
Abbildung 4: Endenergieverbrauch Österreich 2040 nach Energieträgern



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Bei den Nutzenergiekategorien dominieren Raumklima und Warmwasser mit 39 % vor der Prozesswärme mit insgesamt 31 %. Darauf folgt der Verkehr mit 14 %, Standmotoren mit 12 % sowie Beleuchtung und EDV mit 4 % des Endenergieverbrauchs in 2040 (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5: Endenergieverbrauch Österreich 2040 nach Nutzenergiekategorien

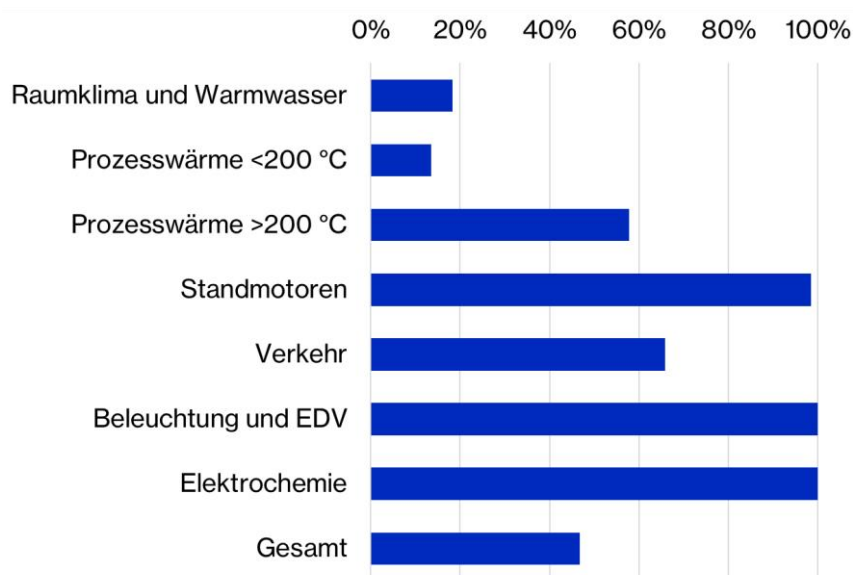


Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Abbildung 6 zeigt die Grade der Elektrifizierung in diesen Kategorien. Die stark gestiegene Elektrifizierung im Verkehr auf 60 % wird durch E-Fahrzeuge ermöglicht. Auch bei Prozesswärme über 200 °C wird über die Hälfte der Energie im Jahr 2040 mit Strom gedeckt, in der Elektrochemie mit 100 %, in der Prozesswärme unter 200 °C mit über 10 % (Rest: Biomasse).

Trotz eines hohen Anteils von Wärmepumpen im Haushaltsbereich von 33 % (siehe Abbildung 1) ergibt sich für Raumklima und Warmwasser nur ein Elektrifizierungsgrad von weniger als 20 %. Grund dafür ist die hohe Effizienz der Wärmepumpe gegenüber anderen Heizungsformen, wodurch sich der Anteil am Endenergieverbrauch entsprechend verringert. Die Bereiche Standmotoren sowie Beleuchtung und EDV sind (wie auch heute schon) beinahe vollständig elektrifiziert.

Abbildung 6: Elektrifizierungsgrad der Nutzenergiekategorien

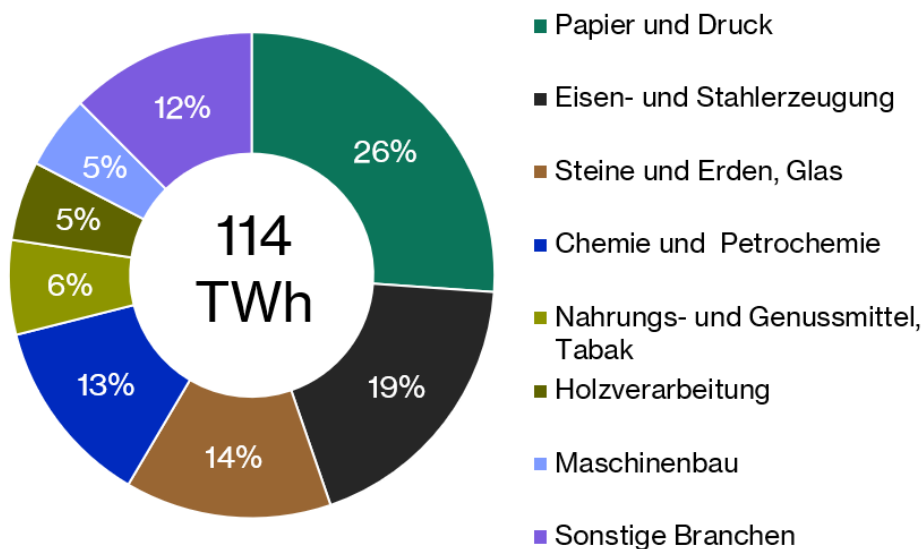


Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.1.1 Endenergieverbrauch im Produzierenden Bereich

Aus den in Kapitel 3.1.1 beschriebenen Annahmen ergibt sich für das Jahr 2040 ein Endenergieverbrauch im Produzierenden Bereich von 114 TWh, was 46 % des gesamten Endverbrauchs entspricht. Dabei entfallen 26 % auf Papier und Druck, 19 % auf die Eisen- und Stahlerzeugung, 14 % auf Steine, Erden und Glas sowie 13 % auf Chemie und Petrochemie. Kleinere Anteile von unter 10 % des Endenergieverbrauchs entfallen mit 6 % auf die Produktion von Nahrungs- und Genussmitteln und Tabak sowie je 5 % auf die Holzverarbeitung und den Maschinenbau (siehe Abbildung 7).

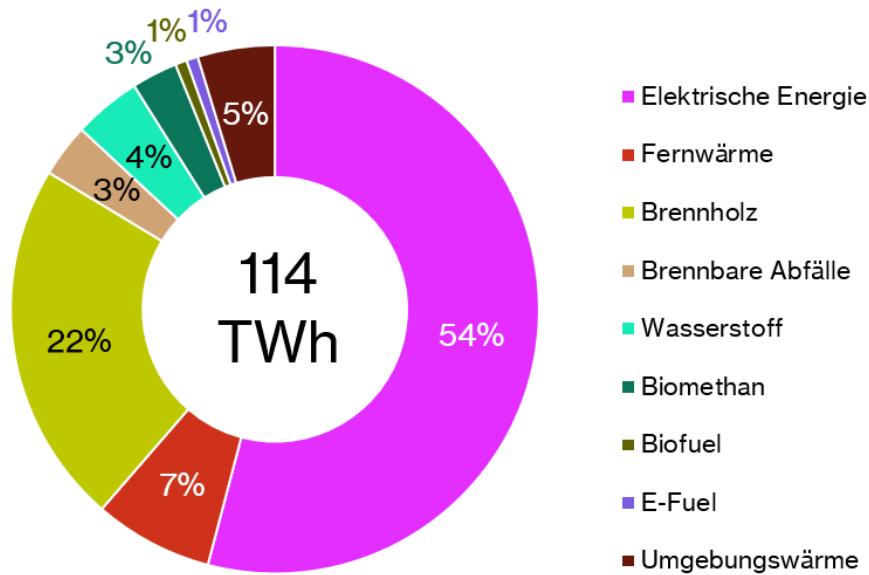
Abbildung 7: Endenergieverbrauch Produzierender Bereich 2040 nach Branchen



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Abbildung 8 schlüsselt den Endenergieverbrauch im Produzierenden Bereich von 114 TWh nach Energieträgern auf: Hier dominieren im Jahr 2040 elektrische Energie sowie Umgebungswärme mit gesamt 59 % des Endenergieverbrauchs, an zweiter Stelle folgt Brennholz mit 22 %. Fernwärme mit 7 %, brennbare Abfälle und Biomethan mit je 3 % sowie Biofuels mit 1 % ergänzen den Energieträgermix. Dazu kommen die Zukunftstechnologien Wasserstoff mit 4 % sowie E-Fuels mit 1 %.

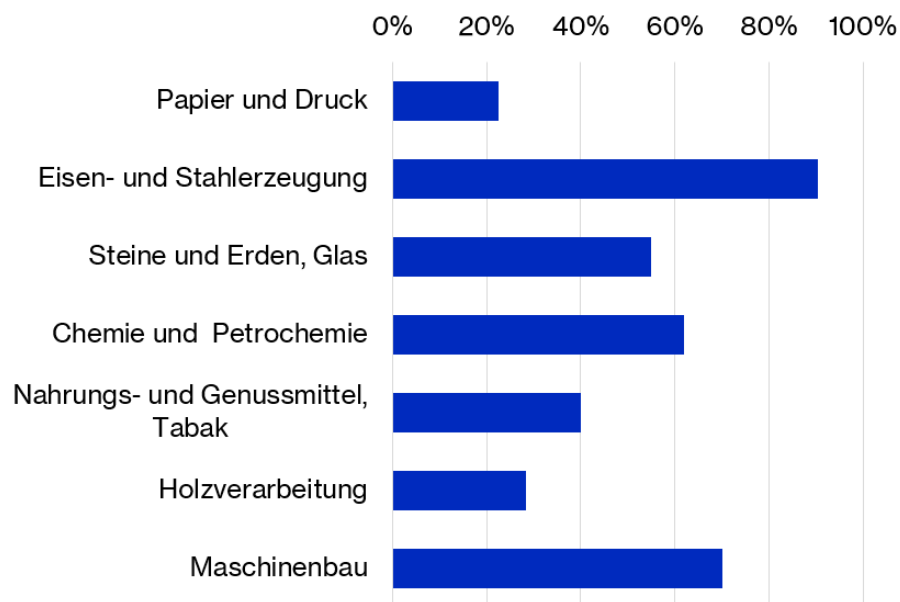
Abbildung 8: Endenergieverbrauch Produzierender Bereich 2040 nach Energieträgern



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Abbildung 9 zeigt den Elektrifizierungsgrad ausgewählter Industriebranchen: Überwiegend elektrifiziert werden mit 90 % die Eisen- und Stahlerzeugung (exklusive Rohstahlerzeugung), gefolgt von Maschinenbau mit 70 %, Chemie und Petrochemie mit über 60 %, Steine, Erden und Glas mit über 50 % sowie Nahrungs- und Genussmittel und Tabak mit 40 %. In den Branchen Holzverarbeitung (25 %) sowie Papier und Druck (20 %) ist der Elektrifizierungsgrad relativ gering, da von einer Nutzung der Holzrestprodukte in den Produktionsprozessen ausgegangen wird.

Abbildung 9: Elektrifizierungsgrad ausgewählter Industriebranchen

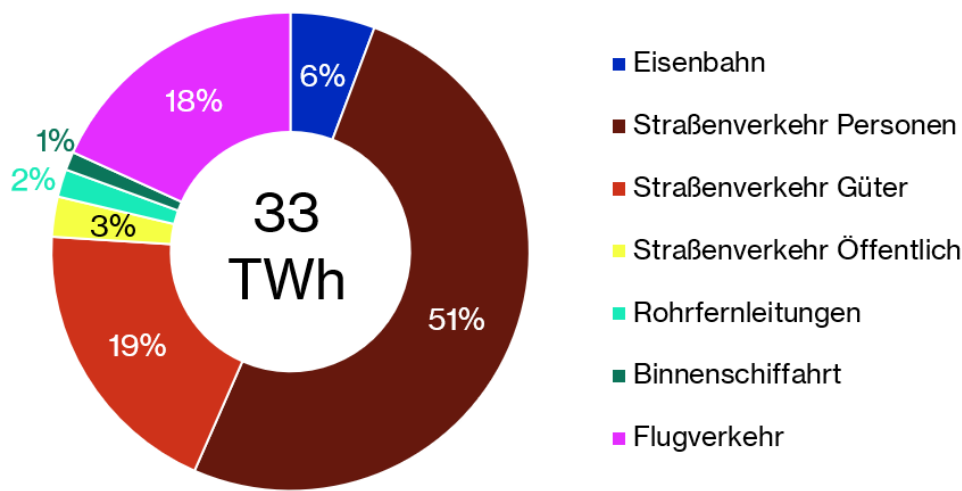


Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.1.2 Endenergieverbrauch im Transportsektor

Im Transportsektor dominiert mit 51 % auch im Jahr 2040 der motorisierte Individualverkehr (Straßenverkehr – Personen), gefolgt vom Güterverkehr auf den Straßen mit 19 % und dem Flugverkehr mit 18 %. Der öffentliche Verkehr benötigt 9 % der Endenergie des Transportsektors, wobei 6 % auf Eisenbahn und 3 % auf den öffentlichen Straßenverkehr entfallen. Rohrfernleitungen mit 2 % und Binnenschifffahrt mit 1 % ergänzen den Transportsektor (siehe Abbildung 10).

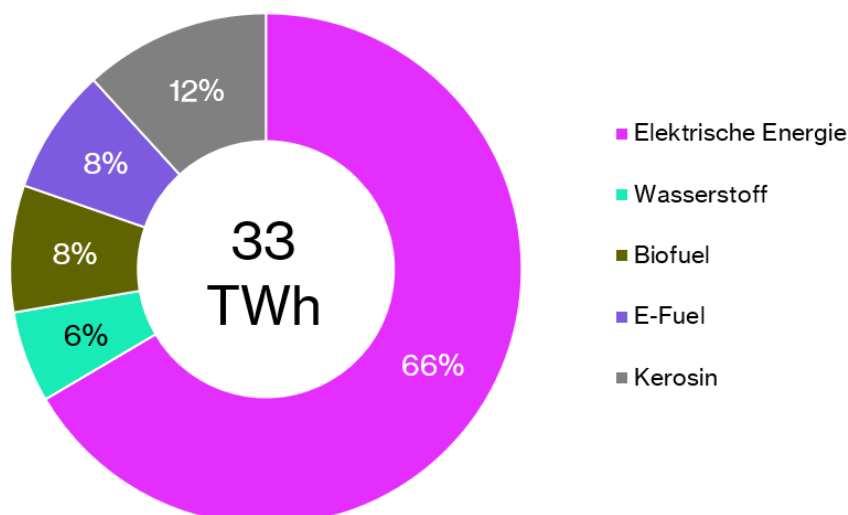
Abbildung 10: Endenergieverbrauch Transport 2040 nach Transportmodus



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Bei Energieträgern dominiert im Jahr 2040 auch im Transportsektor die elektrische Energie mit 66 % als Folge der Elektrifizierung der Verkehrsmittel (siehe Abbildung 11). Kerosin für den internationalen Flugverkehr spielt mit 12 % im Jahr 2040 eine relativ große Rolle, gefolgt von Biofuels und E-Fuels mit jeweils 8 % für den Betrieb der restlichen Verbrennungsmotoren. Immerhin 6 % des Endenergieverbrauchs des Transportsektors werden im Jahr 2040 mit Wasserstoff betrieben, dieser Verbrauch wird vor allem dem Güterverkehr auf der Straße zugeordnet.

Abbildung 11: Endenergieverbrauch Transport 2040 nach Energieträgern

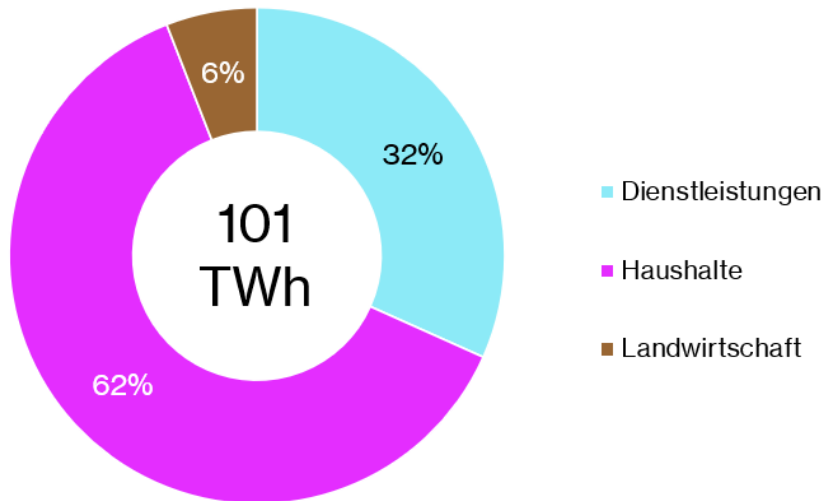


Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.1.3 Endenergieverbrauch in Sonstigen Wirtschaftsbereichen

Der restliche Endenergieverbrauch von 101 TWh teilt sich zu 62 % auf Haushalte, 32 % auf den Dienstleistungssektor und zu 6 % auf die Landwirtschaft auf. Dies sind Bereiche, die insbesondere durch Energieverbrauch für Raumwärme und Kühlung dominiert sind.

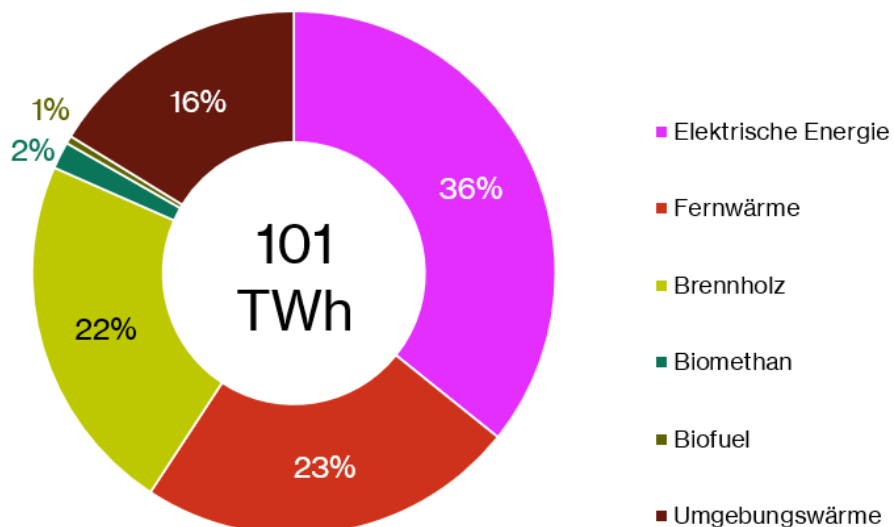
Abbildung 12: Endenergieverbrauch Sonstige Wirtschaftsbereiche 2040 nach Sektor



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Nach Energieträgern dominiert auch hier die elektrische Energie inklusive Umgebungswärme mit über 50 %, Fernwärme und Brennholz folgen mit 23 beziehungsweise 22 %. Biomethan mit 2 % und Biofuels mit 1 % ergänzen den Endenergieverbrauch im Jahr 2040 (siehe Abbildung 13).

Abbildung 13: Endenergieverbrauch Sonstige Wirtschaftsbereiche 2040 nach Energieträgern



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.2 Erzeugungssektor

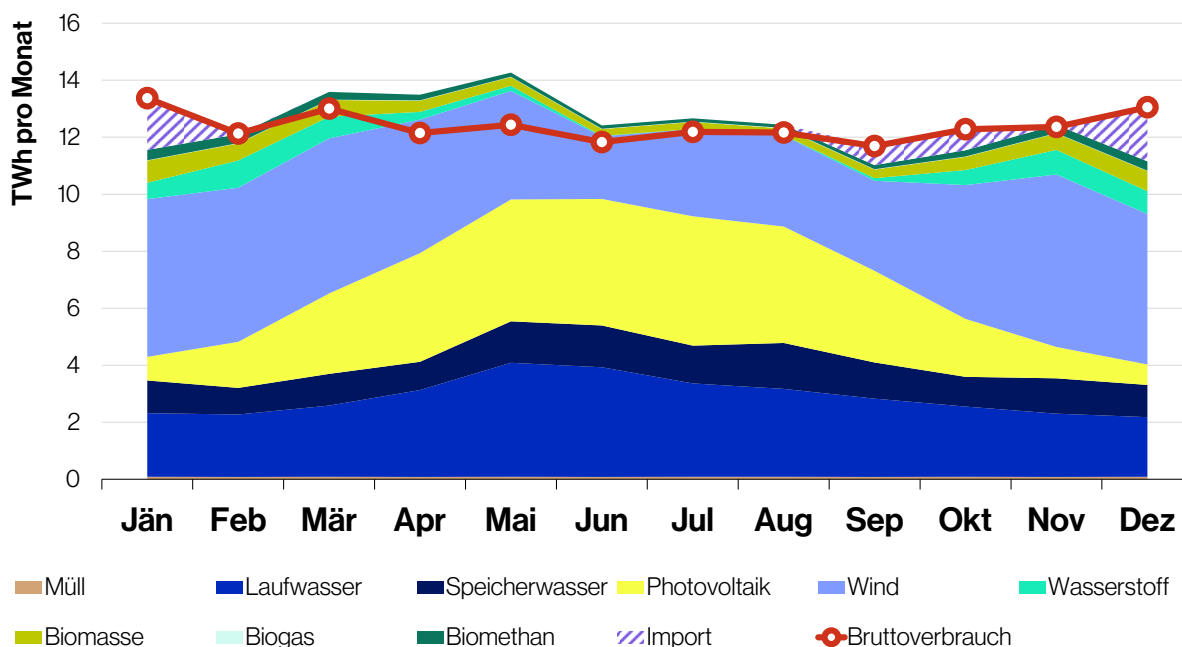
4.2.1 Strom

Im Jahr 2040 besitzt Photovoltaik mit 31 GW die größte installierte Leistung aller Stromerzeugungsarten, gefolgt von Windenergie mit 21 GW und Wasserkraft mit 16,7 GW. Zusammen erzeugen diese drei Technologien mit 134,4 TWh den Großteil der 148,6 TWh, die im Jahr 2040 verbraucht werden. Dabei tragen die Windkraft mit 52,5 TWh und die Wasserkraft mit 48,4 TWh aufgrund der höheren Volllaststunden mehr bei als die Photovoltaik mit 33,5 TWh (siehe Abbildung 15 und Abbildung 16).

Im Frühjahr ergeben sich Überschüsse durch ein Zusammenspiel von bereits erhöhter Photovoltaikproduktion, dem Peak der Wasserkraftproduktion infolge der Schneeschmelze und guten Windverhältnissen. Diese Überschüsse werden mittels Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt oder exportiert. Im Winter wird die gleiche Menge, die im Sommer exportiert wird, von stärker auf Windkraft setzenden Nachbarländern importiert. Über das Jahr gesehen ist die Strombilanz Österreichs ausgeglichen.

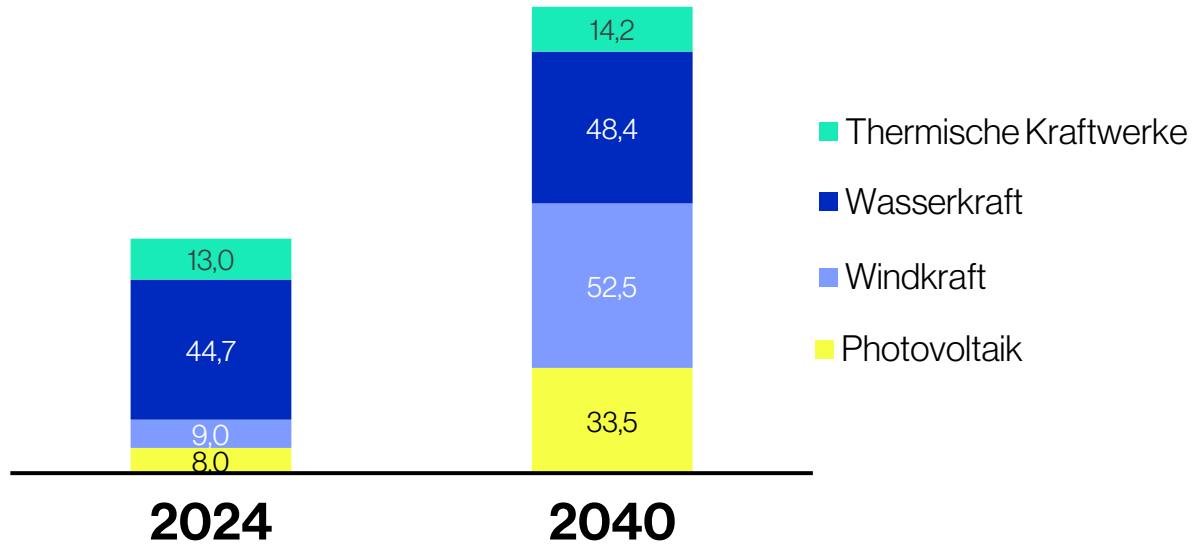
Zum Ausgleich der volatilen Erneuerbaren dienen vor allem in den Wintermonaten 1,2 GW an Biomethan-KWK sowie 0,95 GW an Biomasse-KWK. Auch der im Sommer erzeugte Wasserstoff kann im Winter mittels 3,3 GW an Wasserstoff-KWK eingesetzt werden (siehe Abbildung 14). Brennbare Abfälle werden in KWK-Kraftwerken ganzjährig als Bandlast energetisch verwertet.

Abbildung 14: Monatliche Aufbringung und Verbrauch von elektrischer Energie



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Abbildung 15: Jährliche Erzeugung von elektrischer Energie, 2024 (Abschätzung AEA) und 2040



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Abbildung 16: Erzeugung von elektrischer Energie, 2024 (Abschätzung AEA) und 2040

	Erzeugung 2040	Erzeugung 2024*
Photovoltaik	33,5 TWh	8 TWh
Wind	52,5 TWh	9 TWh
Wasserkraft (inkl. Speicher)	48,4 TWh	45 TWh
Wasserstoff-KWK	5,1 TWh	7,6 TWh (Erdgas)
Biomethan-KWK	2,6 TWh	
Biomasse-KWK	5,4 TWh	4,6 TWh
Müll	1 TWh	1 TWh
Biogas-KWK	0,15 TWh	0,55 TWh
Erzeugung Bedarf	149 TWh 149 TWh	76 TWh 70 TWh

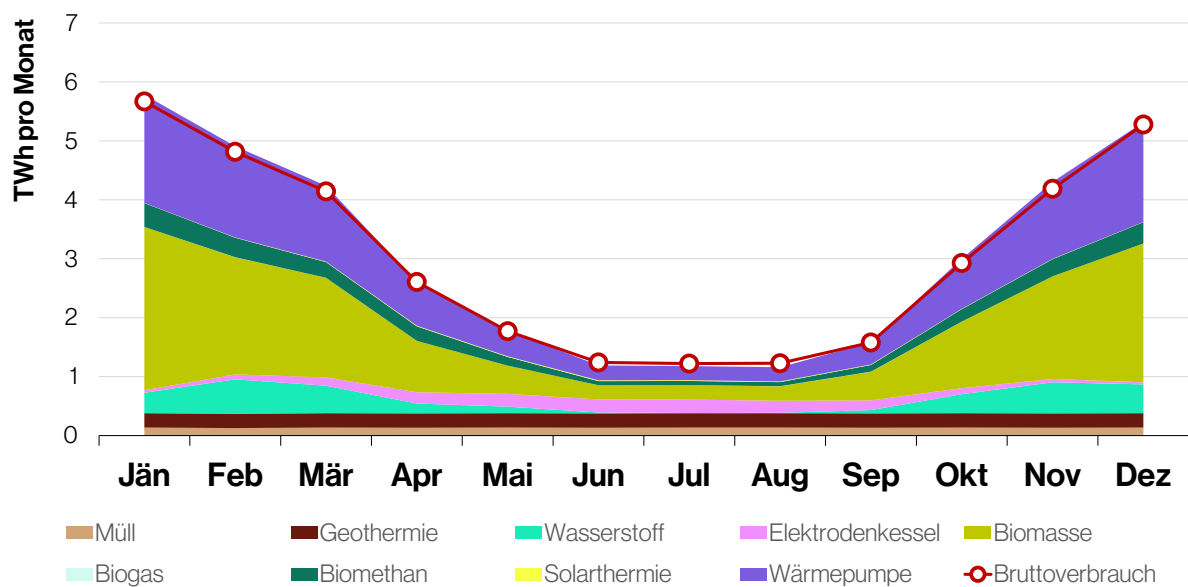
* Abschätzung AEA auf Basis Bestands- und Betriebsstatistik E-Control 2025

Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.2.2 Fernwärme

Bei der Fernwärme (siehe Abbildung 17), die über das Jahr 37 TWh erzeugen muss, leisten Wärmepumpen mit 11 TWh sowie Biomasse mit 14 TWh die größten Beiträge. Beide werden verstärkt in den Wintermonaten zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt, ergänzt durch die Wärmeauskopplung aus Biomethan mit 2,5 TWh sowie Wasserstoff-KWK mit 3 TWh. Müllverbrennung mit 1,6 TWh und Geothermie mit 3 TWh unterstützen im Bandlastbetrieb die Grundlastabdeckung. Verstärkt in den Sommermonaten werden Solarthermie und Elektrodenkessel, welche den saisonal günstigen Photovoltaikstrom nutzen können, zur Abdeckung des Warmwasserbedarfs eingesetzt.

Abbildung 17: Monatliche Aufbringung und Verbrauch von Fernwärme

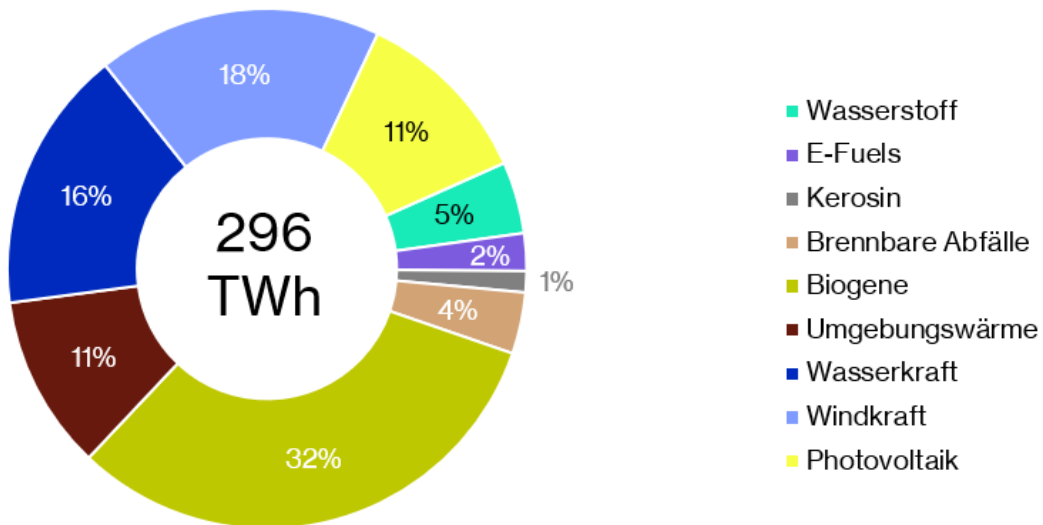


Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.2.3 Bruttoinlandsverbrauch

Der Bruttoinlandsverbrauch Österreichs im Jahr 2040 wird zu 32 % durch Biogene gedeckt, zusätzlich tragen Windkraft mit 18 %, Wasserkraft mit 16 % sowie Photovoltaik und Umgebungswärme je 11 % bei. Wasserstoff stellt 5 %, Brennbare Abfälle 4 %, E-Fuels 2 % und Kerosin 1 % des Bruttoinlandsverbrauchs dar (siehe Abbildung 18).

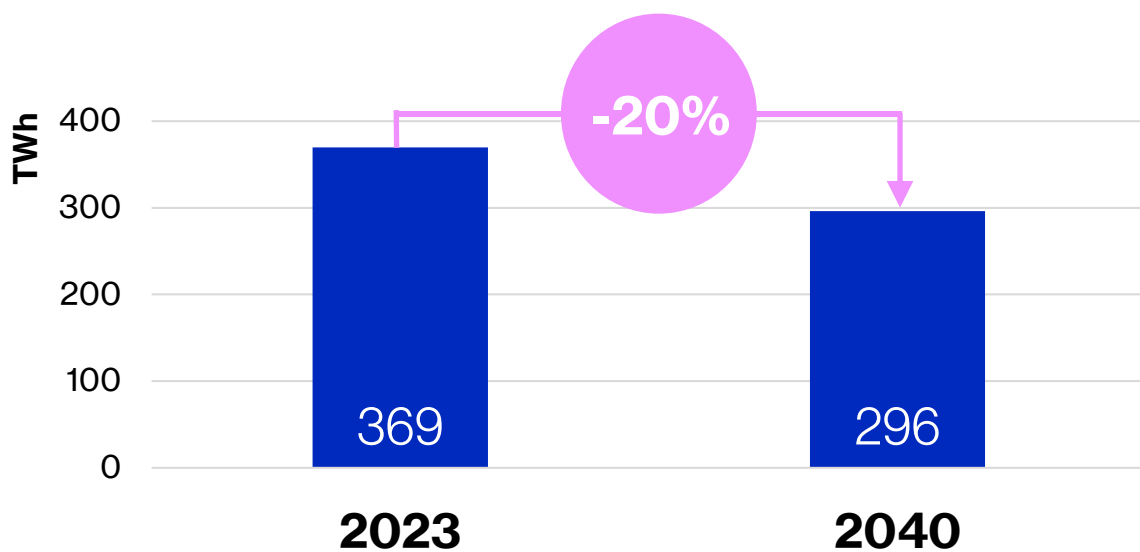
Abbildung 18: Bruttoinlandsverbrauch Österreich 2040



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

Mit 296 TWh ist der Bruttoinlandsverbrauch Österreichs im Jahr 2040 um 20 % niedriger als 2023:

Abbildung 19: Vergleich des modellierten Bruttoinlandsverbrauchs 2040 mit dem Bruttoinlandsverbrauch 2023



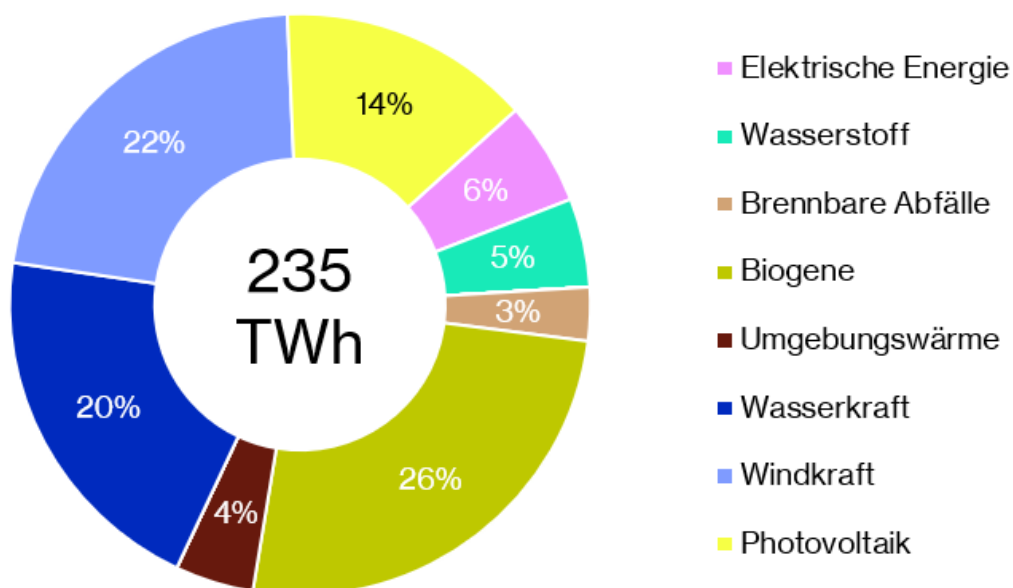
Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.2.4 Umwandlungseinsatz

Der Umwandlungseinsatz beträgt 235 TWh. Der größte Anteil wird mit 26 % durch biogene Energieträger gedeckt. Diese umfassen sowohl Brennholz, das für die Strom- und Fernwärmeerzeugung eingesetzt wird, als auch andere biogene Energieträger wie biogene Abfälle, landwirtschaftliche Reststoffe, Gülle, Klärschlamm, pflanzliche Altöle und -fette, Ölpflanzen sowie Stärke- und Zuckerpflanzen, die entweder zur Biogasproduktion beziehungsweise in weiterer Folge zur Produktion von Biomethan oder Biofuels eingesetzt werden. Windkraft trägt zu 22 % und Wasserkraft zu 20 % zum Umwandlungseinsatz bei, Photovoltaik zu 14 %. Elektrische Energie macht 6 % des Umwandlungseinsatzes aus und besteht aus dem Einsatz zur Elektrolyse sowie dem Strombedarf der Großwärmepumpen. 5 % des Umwandlungseinsatzes entfällt auf Wasserstoff, der in KWK-Kraftwerken sowie der E-Fuel-Produktion eingesetzt wird.

Der Umwandlungseinsatz aus brennbaren Abfällen (3 %) wird in thermischen Kraftwerken zur Strom- und Fernwärmeproduktion genutzt. 4 % des Umwandlungseinsatzes wird durch Umgebungswärme in Form von Geothermie beziehungsweise Großwärmepumpen gedeckt. Abbildung 20 gibt eine Übersicht über den gesamten Umwandlungseinsatz.

Abbildung 20: Umwandlungseinsatz Österreich 2040



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.2.5 Autonomie der Energieversorgung

Bezüglich der Importe von Energieträgern aus dem Ausland wird ein hoher Grad an Energieautonomie erreicht. Die Aufbringung der Primärenergieträger holzartige Biomasse, sonstige Biogene und brennbare Abfälle erfolgt zu 100 % im Inland (siehe Abbildung 21). Kerosin, das für den internationalen Flugverkehr genutzt wird, wird zur Gänze importiert. Bei der Betrachtung der Importquoten von Sekundärenergieträgern ist anzumerken, dass es sich um eine anlagenbezogene Betrachtung handelt. Je Energieträger wird ausgewiesen, wie viel des Bedarfs

durch inländische Erzeugung gedeckt wird. Nicht berücksichtigt wird, welcher Anteil der Energieträger in Vorketten (zum Beispiel der Wasserstoff, der in KWK-Kraftwerken eingesetzt wird) inländisch produziert wurde.

Für elektrische Energie, Fernwärme, Biogas und Biomethan ist die Bilanz der Nettoimporte null.

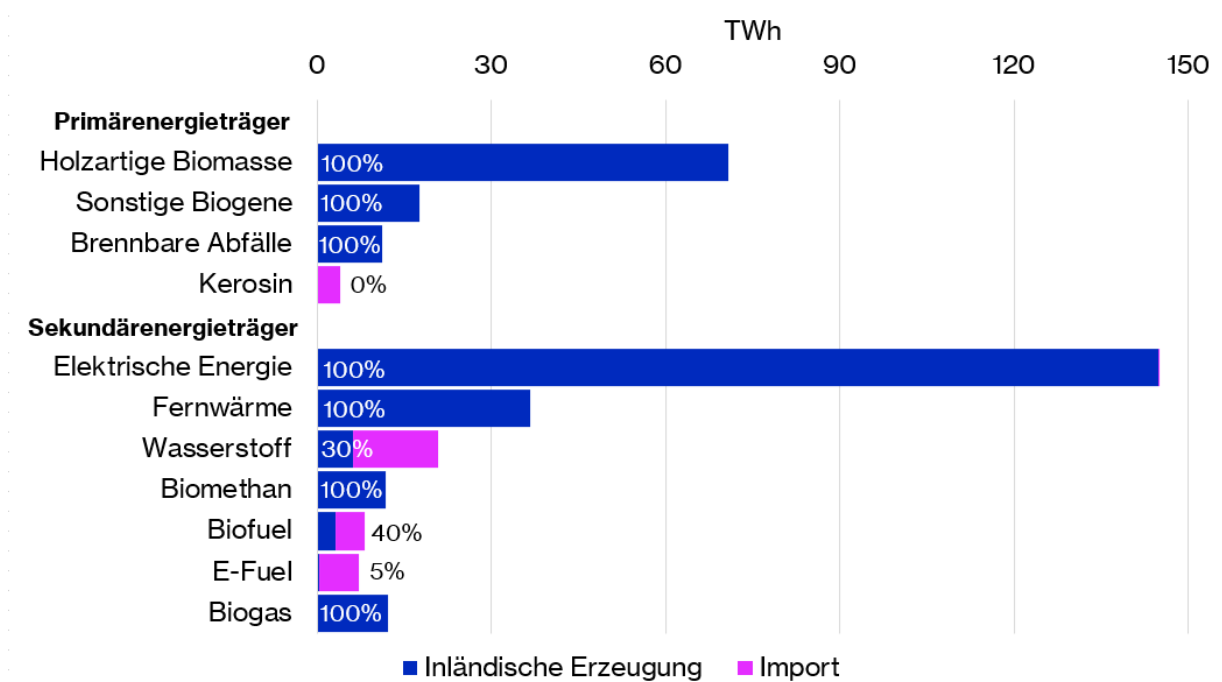
Bei elektrischer Energie ist jedoch anzumerken, dass in einzelnen Monaten Importe anfallen, während in anderen Monaten Strom exportiert werden kann.. Dies ist auch in Abbildung 14 ersichtlich.

Für Wasserstoff wird davon ausgegangen, dass 30 % des Bedarfs inländisch erzeugt und 70 % importiert werden (siehe Abbildung 21).

Bei Biofuels werden 40 % inländisch erzeugt, für E-Fuels liegt die inländische Erzeugung bei 5 %.

Die inländische Erzeugung sowie die Importe einzelner Energieträger sind in Abbildung 21 dargestellt. **Gesamt beträgt die Importquote der Energieträger 10 %.**

Abbildung 21: Inländische Erzeugung und Import je Energieträger



Quelle: Berechnung der Österreichischen Energieagentur

4.3 THG-Emissionen

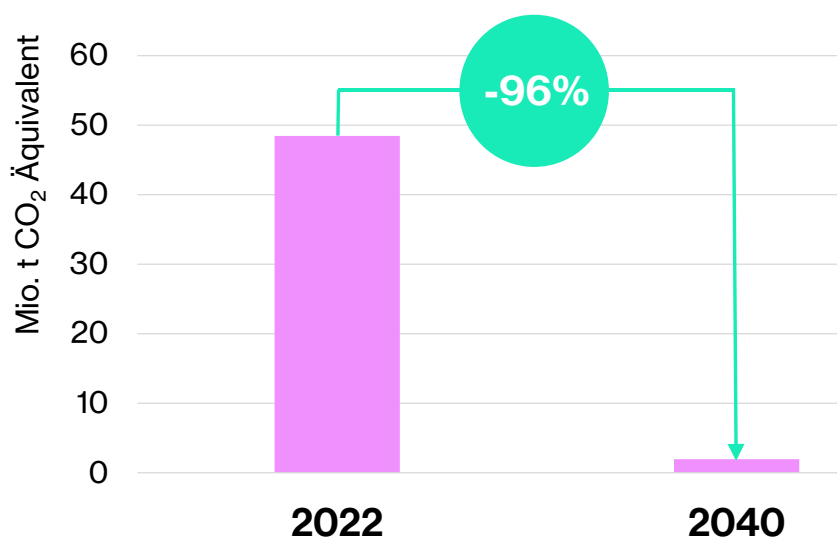
Die aus dem in den letzten Kapiteln beschriebenen Verbrauchs- und Erzeugungsmix resultierenden, energiebedingten Treibhausgasemissionen belaufen sich auf 1,96 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2040. Der größte Anteil davon (1,4 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent) entsteht durch die Verwertung von brennbaren Abfällen (nicht-erneuerbare Industrieabfälle und nicht-erneuerbare Anteile im Hausmüll) in thermischen Kraftwerken.

Im Energiesektor werden keine CO₂-Emissionen aus der Verbrennung von Biomasse angerechnet, da diese vollständig dem Bereich der Landnutzung und Landwirtschaft zugeordnet werden. Biomasse gilt grundsätzlich als CO₂-neutral, da das Wachstum der Biomasse und ihre Verbrennung sich in Bezug auf CO₂-Aufnahme und -Ausstoß ausgleichen. CH₄- und N₂O-Emissionen hingegen werden im Energiesektor berücksichtigt, da sie zusätzlich zu den in der Landnutzungsbilanz erfassten Kohlenstoffänderungen auftreten und durch unvollständige Verbrennung freigesetzt werden, wodurch sie eine eigenständige Klimawirkung haben. Aus der Nutzung biogener Brennstoffe entstehen deshalb Restemissionen im Ausmaß von 0,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent.

Übrig gebliebene Emissionen können künftig durch Maßnahmen wie BECCS (Biomasse mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung), die bis zu 10 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent kompensieren könnten (Biomasse-Verband, 2024), und langfristig durch den Ausbau von CO₂-Leitungsnetzen zur Speicherung ausgeglichen werden. Hierbei müssen begrenzte Speicherkapazitäten und der hohe Wert von Speicherstätten für andere synthetische Gase berücksichtigt werden. Die Emissionen aus der Nutzung von Kerosin im internationalen Flugverkehr werden nicht berücksichtigt, da diese in nationalen Treibhausgasbilanzen nicht enthalten sind.

Abbildung 22 vergleicht die energiebedingten Treibhausgasemissionen des in diesem Bericht dargestellten Verbrauchs- und Erzeugungsmix mit den energiebedingten Treibhausgasemissionen Österreichs im Jahr 2022. Diese betragen 48,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent. Somit erfolgt mit dem vorliegenden Verbrauchs- und Erzeugungsmix auch ohne den Einsatz von CCS (Carbon Capture and Storage) beziehungsweise CCU (Carbon Capture and Utilisation) eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 96 % im Vergleich zu 2022.

Abbildung 22: Vergleich der modellierten Treibhausgasemissionen 2040 mit den Treibhausgasemissionen 2022



Quelle: (Umweltbundesamt, 2024) für 2022, Berechnung der Österreichischen Energieagentur für 2040

Literatur

Biomasse-Verband, Ö., 2024. *BECCS - Schlüsseltechnologie für den Klimaschutz*. [Online]

Available at: https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20240529_OTS0145/beccs-schlüsseltechnologie-fuer-den-klimaschutz

[Zugriff am September 2024].

BMK, 2021. *Mobilitätsmasterplan 2030 – Neuausrichtung des Mobilitätssektors*, s.l.: s.n.

EU, 2023. *ReFuelEU Aviation*. [Online]

Available at: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/environment/refueeu-aviation_en

[Zugriff am November 2024].

IPCC, 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2, Chapter 2*, Japan: IGES.

IPCC, 2021. *Chapter 7: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity*, Cambridge, UK und New York, NY, USA: Cambridge University Press.

Statistik Austria, 2023a. *Nutzenergieanalyse*. [Online]

Available at: <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/nutzenergieanalyse>

[Zugriff am 15 12 2023].

Statistik Austria, 2023b. *Energiebilanzen*. [Online]

Available at: <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiebilanzen>

[Zugriff am 31 10 2023].

Statistik Austria, 2023. *Bevölkerungsprognosen für Österreich und die Bundesländer*. [Online]

Available at: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/demographische-prognosen/bevoelkerungsprognosen-fuer-oesterreich-und-die-bundeslaender>

[Zugriff am September 2024].

Statistik Austria, 2023c. *Bevölkerungsprognosen für Österreich und die Bundesländer*. [Online]

Available at: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/demographische-prognosen/bevoelkerungsprognosen-fuer-oesterreich-und-die-bundeslaender>

[Zugriff am 15 11 2023].

Umweltbundesamt, 2024. *Austria's National Inventory Report 2024*, Wien: Umweltbundesamt.

Umweltbundesamt, 2024. *Klimaschutzbericht 2024*, Wien: Umweltbundesamt.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Angenommene Verteilung der Heizungssysteme 2040	11
Abbildung 2: Endenergieverbrauch Österreich 2040 nach Sektoren	16
Abbildung 3: Vergleich des modellierten Endenergieverbrauchs 2040 mit dem Endenergieverbrauch 2023	17
Abbildung 4: Endenergieverbrauch Österreich 2040 nach Energieträgern	17
Abbildung 5: Endenergieverbrauch Österreich 2040 nach Nutzenergiekategorien.....	18
Abbildung 6: Elektrifizierungsgrad der Nutzenergiekategorien	18
Abbildung 7: Endenergieverbrauch Produzierender Bereich 2040 nach Branchen	19
Abbildung 8: Endenergieverbrauch Produzierender Bereich 2040 nach Energieträgern	20
Abbildung 9: Elektrifizierungsgrad ausgewählter Industriebranchen	20
Abbildung 10: Endenergieverbrauch Transport 2040 nach Transportmodus	21
Abbildung 11: Endenergieverbrauch Transport 2040 nach Energieträgern.....	21
Abbildung 12: Endenergieverbrauch Sonstige Wirtschaftsbereiche 2040 nach Sektor	22
Abbildung 13: Endenergieverbrauch Sonstige Wirtschaftsbereiche 2040 nach Energieträgern	22
Abbildung 14: Monatliche Aufbringung und Verbrauch von elektrischer Energie.....	23
Abbildung 15: Jährliche Erzeugung von elektrischer Energie, 2024 (Abschätzung AEA) und 2040	24
Abbildung 16: Erzeugung von elektrischer Energie, 2024 (Abschätzung AEA) und 2040.....	24
Abbildung 17: Monatliche Aufbringung und Verbrauch von Fernwärme	25
Abbildung 18: Bruttoinlandsverbrauch Österreich 2040	26
Abbildung 19: Vergleich des modellierten Bruttoinlandsverbrauchs 2040 mit dem Bruttoinlandsverbrauch 2023	26
Abbildung 20: Umwandlungseinsatz Österreich 2040	27
Abbildung 21: Inländische Erzeugung und Import je Energieträger.....	28
Abbildung 22: Vergleich der modellierten Treibhausgasemissionen 2040 mit den Treibhausgasemissionen 2022	29

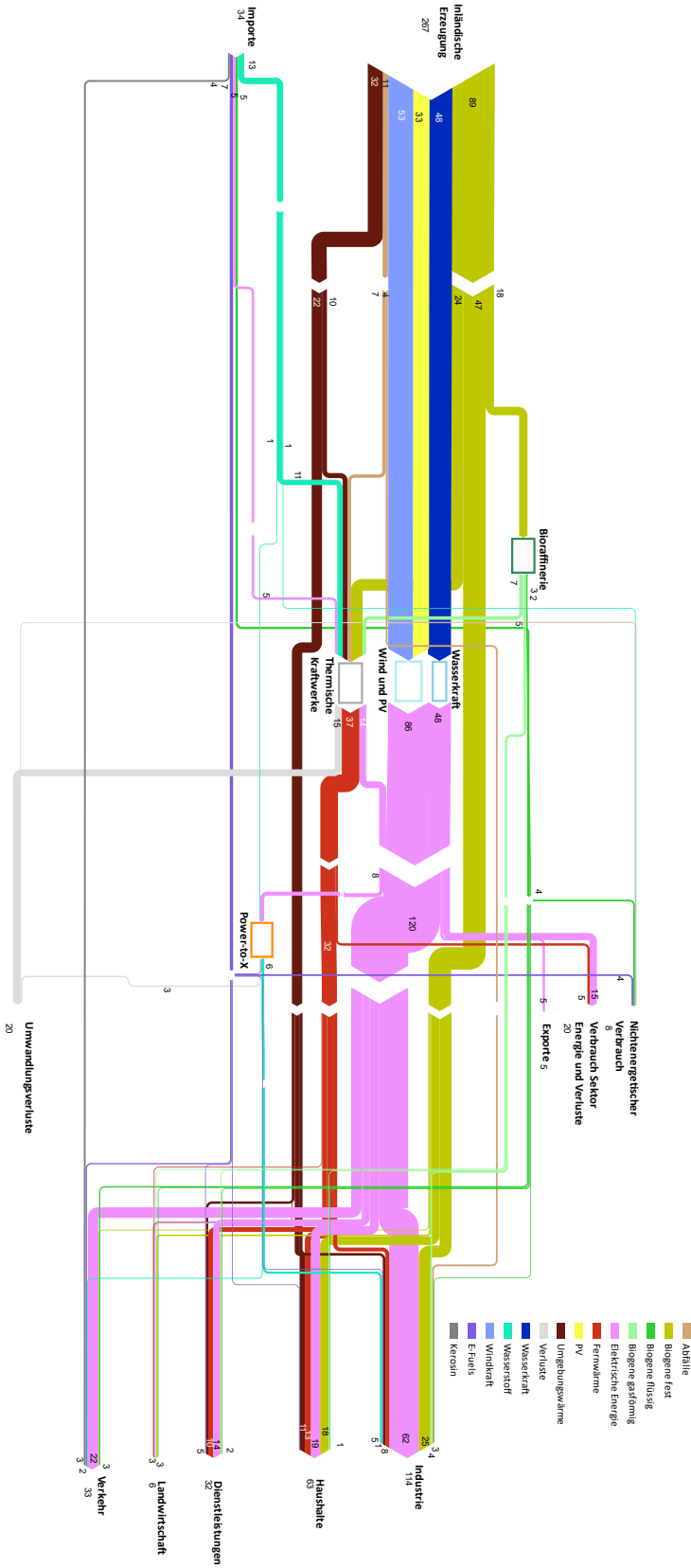
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Umverteilungsschlüssel auf erneuerbare Energieträger in der Prozesswärme > 200 °C.....	8
Tabelle 2: Erzeugungstechnologien und Ausbaupkapazitäten in der Stromerzeugung	12
Tabelle 3: Erzeugungstechnologien und Ausbaupkapazitäten in der Fernwärmeerzeugung	13
Tabelle 4: Festgelegte Importquoten einzelner Energieträger	14
Tabelle 5: Emissionsfaktoren der eingesetzten Energieträger	15

Abkürzungsverzeichnis

AEA	Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency
BIV	Bruttoinlandsverbrauch
CCS	Carbon Capture and Storage
CCU	Carbon Capture and Utilisation
EEV	Endenergieverbrauch
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
GWP	Global Warming Potential
LULUCF	Land Use, Land Use-Change and Forestry
THG	Treibhausgase
TWh	Terrawattstunden

Anhang: Energieflussbild



Über die Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (AEA)

Die Österreichische Energieagentur liefert Antworten für die klimaneutrale Zukunft.

Mehr als 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus vielfältigen Fachrichtungen beraten auf wissenschaftlicher Basis Politik, Wirtschaft, Verwaltung sowie internationale Organisationen. Sie unterstützen diese beim Umbau des Energiesystems sowie bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Bewältigung der Klimakrise.

Die Österreichische Energieagentur setzt zudem im Auftrag des Bundes die Klimaschutzinitiative klima**aktiv** um. Der Bund, alle Bundesländer, bedeutende Unternehmen der Energiewirtschaft und der Transportbranche, Interessenverbände sowie wissenschaftliche Organisationen sind Mitglieder dieser Agentur.

Besuchen Sie uns auf unserer Webseite: energyagency.at.



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

<http://www.unsereenergiewelt2040.at/>