LAND OBERÖSTERREICH

Klima- und Energieplan für (Ober-)Österreich

Fakten - Perspektiven - Maßnahmen

Positionspapier

der OÖ Umweltanwaltschaft

Oktober 2018

OÖ. UMWELT ANWALTSCHAFT

Impressum
Medieninhaber und Herausgeber:
Amt der Oö. Landesregierung,
Oö. Umweltanwaltschaft
Kärntnerstraße 10 – 12
4021 Linz

Tel.: 0732 - 7720 – 13450
E-Mail: uanw.post@ooe.gv.at
Homepage: www.ooe-umweltanwaltschaft.at

Redaktion und Layout:
DI Hans-Jürgen Baschinger

Fotos: Land Oberösterreich
DVR: 0652334

Gender–Erklärung

Zur besseren Lesbarkeit wurden personenbezogene Bezeichnungen, die sich zugleich auf Frauen und Männer beziehen, nur in der männlichen Form angeführt. Dies soll jedoch keinesfalls eine Geschlechterdiskriminierung oder eine Verletzung des Gleichheitsgrundsatzes zum Ausdruck bringen.

Inhalt

Kurzfassung.....5-11

I. Einleitung 12

Klimaerwärmung 12

Klimaschutz in der EU 16

Klimaschutz in Österreich 17

Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens in Österreich..... 18

Treibhausgas-Emissionen in Österreich (Stand 2016) 19

Produkt-basierte THG-Emissionen..... 19

Konsum-basierte THG-Emissionen..... 20

Wichtige Erkenntnisse im Klimaschutz..... 21

Energie - Aufbringung und -Verbrauch (Stand 2016).....22

Nutzenergieanalyse 24

Strom..... 25

Verkehr..... 26

Wärme..... 27

Verluste– vom Aufkommen bis zum Einsatz: 28

Wichtige Erkenntnisse aus der Energiewirtschaft 29

II. Österreichs Weg zur THG-Reduktion 31

Reduktionspfad der gesamten (produkt-basierten) THG-Emissionen 32

Reduktionspfad der THG-Emissionen im Gebäudesektor 33

Ausgangslage..... 33

Klima- und Energieplan Gebäude – Eckpunkte..... 34

Zukünftiger Energieverbrauch im Sektor Gebäude 35

Maßnahmenbündel - Gebäude..... 36

Reduktionspfad der THG-Emissionen im Verkehrssektor 39

Ausgangslage..... 39

Klima- und Energieplan Verkehr – Eckpunkte..... 40

Zukünftiger Energieverbrauch im Sektor Verkehr..... 41

Maßnahmenbündel – Verkehr 41

- Personenverkehr 41
- - Güterverkehr 44
- Flugverkehr..... 46

Reduktionspfad der THG-Emissionen im Sektor Energie und Industrie 48
Ausgangslage 48
Klima- und Energieplan für den Sektor Energie und Industrie – Eckpunkte 48
Zukünftiger Energieverbrauch im Sektor Energie und Industrie 49
Maßnahmenbündel – Energieproduktion und Industrie 50
Reduktionspfad der THG-Emissionen der übrigen Sektoren 52
Ausgangslage, Klima- und Energieplan für die übrigen Sektoren 52
Maßnahmenbündel – Übrige Sektoren 55

III. Österreichs Weg im Bereich Energieverbrauch und (inländische) Energieerzeugung 57
Erneuerbare in Österreich 2016 57
Ausbaupfad aller Erneuerbarer Energieformen in Österreich 58
Photovoltaik 59
Windkraft 61
Wasserkraft 62
Biomasse 64

IV. Rechtlicher Maßnahmenkatalog 71
Auf Bundesebene 71
Erstellung eines Klima- und Energieplans mit dem Ziel bis 2030 die THG-Emissionen um zumindest 50 % zu reduzieren 71
Adaptierung des Emissionszertifikategesetzes und des Bundes-Klimaschutzgesetzes 71
Adaptierung des End-Energieeffizienzgesetzes 72
Schaffung eines Gesetzes für erneuerbare Energien 72
Steuerreform und Beseitigung steuerlicher Privilegien 72
Planungen in den Ländern, Gemeinden und auf betrieblicher und persönlicher Ebene 73
Rechtliche und planliche Instrumente auf Länder und Gemeindeebene 73
Umsetzung auf betrieblicher und privater Ebene 74
Bewusstseinsbildung 74

V. Ergebnis bei konsequenter Umsetzung 74

Literatur 76

Kurzfassung

I. Ausgangslage

Österreich ist vom Klimawandel bereits jetzt überdurchschnittlich stark betroffen. Während der globale Temperaturanstieg seit 1880 ca. 0,85 Grad Celsius beträgt, sind es in Österreich nahezu 2 Grad.

Österreich steuert mit seinen jährlichen CO_2 Emissionen von 80 Mio. t nur einen geringen Anteil zum globalen Ausstoß von rund 40 Gt CO_2 bei. Der Pro-Kopf Ausstoß eines jeden österreichischen Bürgers (mit 9,2 t) überragt den globalen Durchschnitt um mehr als das Doppelte. Berücksichtigt man den Konsum (Import-Export Saldo), erhöhen sich die Treibhausgas-Emissionen (THG) Österreichs um zumindest 50%. Bei den derzeitigen THG-Emissionen lebt Österreich auf Kosten anderer Länder und vor allem auf Kosten zukünftiger Generationen.

Das Pariser Klimaschutzabkommen sieht vor, dass die globale Erwärmung auf deutlich unter 2°C zu beschränken ist. Dazu sind folgende zwei Punkte zu beachten:

1. die jährlichen, globalen CO_2-Emissionen sind bis zum Jahr 2050 (gegenüber ihrem heutigen Niveau) bedeutend, und zwar auf wesentlich weniger als 1 t Pro-Kopf-CO_2-Emissionen zu reduzieren.
2. Bis 2050 dürfen an Treibhausgasen global betrachtet nicht mehr als 600 Gt CO_2 emittiert werden.

Für Österreich (und für die gesamte Welt) bedeutet dies, dass bis 2050 pro Dekade die Treibhausgasemissionen halbiert werden müssen.

Bei Einhaltung des erforderlichen Reduktionspfades beansprucht Österreich ein THG-Budget von rund 1.000 Mio. t CO_2 bis 2050[1]. Ab 2050 darf auch Österreich jährlich nicht mehr als 1 t Pro-Kopf-CO_2 emittieren.

Zur Zielerreichung muss unser gesamtes Energiesystems dekarbonisiert werden. Dies gelingt nur, wenn der Energieverbrauch bis 2050 zumindest halbiert wird (gegenüber 2016) und die dann noch erforderliche Energiemenge aus Erneuerbaren bereitgestellt werden kann.

Unser gesamtes Energiesystems (1.425 PJ Energie-Bruttoinlandsverbrauch, Stand 2016) muss sowohl bei Strom, Verkehr, als auch bei Wärme auf Erneuerbare (Anteil 2016 rund 412 PJ) umgestellt werden. Für Industrielle Prozesse, insbesondere die Stahlproduktion betreffend, müssen ebenfalls Erneuerbare die Hauptrolle spielen.

Energiewende bedeutet primär Verkehrswende (Mobilität und Transport) und Wärmewende (Nieder- und Hochtemperaturbereich)!

[1] Ob das THG-Budget von 1.000 Mio. t CO_2 für Österreich bis 2050 von den anderen Ländern akzeptiert wird, ist Teil der noch ausstehenden Weltklimaverhandlungen. Nach Ansicht der OÖ. Umweltanwaltschaft kann dieser Wert von Österreich bis 2050 unter Berücksichtigung all der in diesem Bericht genannten Maßnahmen eingehalten werden.

II. Österreichs Weg zur THG-Reduktion

Jahr	THG-Emission (Mio. t pro Jahr)	THG-Emission je EW u Jahr (Tonnen / EW u. a)
2020	80,00	9,20
2025	56,66	6,34
2030	40,13	4,39
2035	28,42	3,04
2040	20,13	2,11
2045	14,26	1,46
2050	10,10	1,02

Tabelle 1: Zielwerte der gesamten produktbezogenen THG-Emissionen für Österreich; Quelle: OÖ. Umweltanwaltschaft (2018)

Gebäudesektor

Österreichs Gebäude benötigen für Beheizung, Warmwasser und Kühlung mit rund 300 PJ mehr als ein Viertel des gesamten Energieaufkommens. Die THG-Emissionen des Gebäudesektors fallen mit nur 8 Mio. t pro Jahr auf den ersten Blick gering aus. Hier gilt es zu beachten, dass die THG-Emissionen von, zum Beispiel, Fernwärme und Strom dem Sektor Industrie und Energie zugerechnet werden! Zusätzlich reduziert der hohe Anteil an erneuerbaren Energieträgern für Heizung und Warmwasserbereitung die THG-Emissionen im Gebäudesektor. Bei Berücksichtigung der angeführten Maßnahmen benötigt der Gebäudesektor rund 80 Mio. t CO_2 bis 2050, wobei bereits ab 2040 keine THG von diesem Sektor emittiert werden.

Wichtigste Maßnahmen:

- Alle neuen Gebäude sind ab sofort nach dem besten Stand der Technik (Passivhausstandard) zu errichten.
- Alle bereits bestehenden Gebäude sind rasch und umfassend (energetisch) zu sanieren, wobei eine jährliche Sanierungsrate von 5 % und eine Sanierungstiefe auf 45 kWh/m²u.a. für Wohngebäude und 60 kWh/m²u.a. für alle beheizten Nicht-Wohngebäude zu erreichen ist.
- Ab 2020 sind keine neuen fossilen Heizungsanlagen mehr zulässig.

Verkehrssektor

2016 betrug der Treibstoffverbrauch in Österreich 10 Mrd. Liter. Damit verschlingt der Verkehr nahezu 400 PJ und ist mit 23 Mio. Tonnen CO_2 (26 Mio. t inkl. Flugverkehr) pro Jahr für beinahe ein Drittel aller THG-Emissionen in Österreich verantwortlich. Unter der Annahme, dass der Treibstoffverbrauch jährlich um rund 500 Mio. Liter reduziert wird, beansprucht der Verkehrssektor bis 2050 noch immer 300 Mio. t CO_2 vom verfügbaren THG-Budget Österreichs.

Langfristig kann dieser Sektor nur dann dekarbonisiert werden, wenn das Verkehrsaufkommen drastisch reduziert wird und der verbleibende Energiebedarf in diesem Sektor mit erneuerbarem Strom gedeckt werden kann.

Wichtigste Maßnahmen:

Personenverkehr

- Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs durch Ausbau des schienengebundenen Verkehrs und Ausweitung der Busspuren, durch Errichtung regionaler und lokaler Verkehrsdrehscheiben (Park&Ride-Anlagen).
- Stärkung des *Radverkehrs* durch Radhauptrouten, Begegnungszonen und Bike&Ride-Anlagen.
- Umstellung der gesamten Pkw-Flotte auf E-Antriebe bis 2040 (keine Neuzulassung von Verbrennungsmotoren ab 2025).

Güterverkehr

- Verlagerung von der Straße auf die Schiene und Wasserstraße.
- Leichte Nutzfahrzeuge sind wie die Pkw-Flotte rasch auf E-Antrieb umzustellen.
- Der Schwerverkehr ist ebenfalls durch Oberleitungen (und die letzten km batteriebetrieben) auf E-Antrieb umzustellen.
- Durch steuerliche Anpassungen sind Tanktourismus und Alpentransit zu reduzieren.

Flugverkehr

- Verlagerung auf Schiene (Kurz- und Mittelstreckenflüge).
- Preise der Flugtickets haben die enormen Umweltschäden zu berücksichtigen.
- Der verbleibende Flugverkehr ist ebenfalls bis spätestens 2050 auf E-Antrieb umzustellen.

Sektor Energie und Industrie

Der Sektor Energie und Industrie zählt nicht nur zu den größten Energieverbrauchern, mit 440 PJ ist dieser Sektor auch größter THG-Emittent: 35 Mio. t CO_2 im Jahr 2016. Dieser Sektor muss jährlich seinen THG-Ausstoß um 6 % reduzieren, damit das sektorale THG-Budget bis 2050 den Wert von 500 Mio. t CO_2 nicht überschreitet.

Es ist nur dann möglich genanntes THG-Budget einzuhalten, wenn in allen Bereichen effizienzsteigernde Maßnahmen gesetzt werden und vermehrt auf erneuerbare Energieträger für Strom und vor allem Wärmeproduktion (auch im Hochtemperaturbereich) zurückgegriffen wird. Ausreichend erneuerbare Energieträger stehen diesem Sektor zur Verfügung, wenn der Wärmebedarf im Gebäudesektor drastisch reduziert und der in Österreich produzierte Strom nicht zum überwiegenden Teil von Verkehr und Transport beansprucht wird.

Das Abwandern von Industrie und produzierendem Gewerbe in andere Länder mit weniger hohen Effizienz- und Umweltstandards soll dadurch vermieden werden.

Wichtigste Maßnahmen:

- Umstellung der Fernwärmeproduktion auf Erneuerbare unter Einbindung industrieller Abwärme.
- Als Langfristziel auch die Umstellung der Eisen- und Stahlerzeugung auf Erneuerbare.
- Kreislaufwirtschaft (Recycling) im Bereich Bauwesen.
- Umstellung auf hocheffiziente Beleuchtung (wo Beleuchtung erforderlich ist).
- Stationäre Antriebe sind auf hocheffiziente E-Antriebe umzustellen (gilt auch für Dampf-erzeugung und für Transport von Öl und Gas in Pipelines).

Übrige Sektoren (Land- und Abfallwirtschaft, F-Gase)

Rinderhaltung, Düngung, Düngermanagement, Abfallverbrennung, Deponiegase, Kälte- und Klimabereich, Produktion von Schaumstoffen waren 2016 für 14 Mio. t CO_2 verantwortlich. In diesen Sektoren besteht nur ein bedingtes THG-Reduktionspotential. Das THG-Budget soll in diesem Sektor bis 2050 keinesfalls den Wert von 150 Mio. t CO_2 überschreiten.

Wichtigste Maßnahmen:

- Reduktion der Lebensmittelabfälle um die Hälfte bis 2030.
- Umstellung der Ernährung mit deutlich verringertem Konsum tierischer Produkte und Verwendung regional, saisonal und biologisch erzeugter Produkte.
- Reduktion des Tierbestands (und dadurch Reduktion des anfallenden Düngers).
- Gezielter Humusaufbau auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen (Klima-Farming als nächster Schritt) ermöglicht die Speicherung von CO_2 in größerem Ausmaß.
- Versiegelung von 15 ha pro Tag auf 5 ha pro Tag reduzieren.
- Thermische Abfallbehandlung von nicht recyclebaren Reststoffen bzw. zur Rohstoffrückgewinnung.
- Umsetzung der EU VO Nr. 517/2014 zur Reduktion von F-Gasen mit hohem THG-Potenzial.

III. Österreichs Weg in der Energieversorgung

Der Energieeinsatz ist maßgeblich für die THG-Emissionen in Österreich verantwortlich, daher ist der Einsatz von fossilen Energieträgern bis spätestens 2050 gänzlich zu vermeiden. Dem Ausbau erneuerbarer Energieformen kommt hier eine bedeutende Rolle zu. Das Hauptaugenmerk im Bereich Energie ist jedoch immer auf die Reduktion des Energieverbrauchs und auf die hocheffiziente Verwendung von Energie zu legen.

Nur so kann eine nachhaltige Dekarbonisierung in unserem Wirtschaftssystem erreicht werden:

Energie sparen und Verluste vermeiden

Energie effizient verwenden

Erneuerbare Energien ausbauen

Wenn die vorgeschlagenen Maßnahmen in allen Sektoren umgesetzt werden, wird sich der Energieverbrauch bis 2050 drastisch und zwar auf die Hälfte reduzieren (Basisjahr 2016). Unter dieser Voraussetzung besteht in Österreich ausreichend Potential für den Ausbau der Erneuerbaren, sodass im Jahr 2050 annähernd so viel Energie aus Erneuerbaren produziert wird, dass auf fossile Energieträger und Stromimporte in großem Ausmaß verzichtet werden kann.

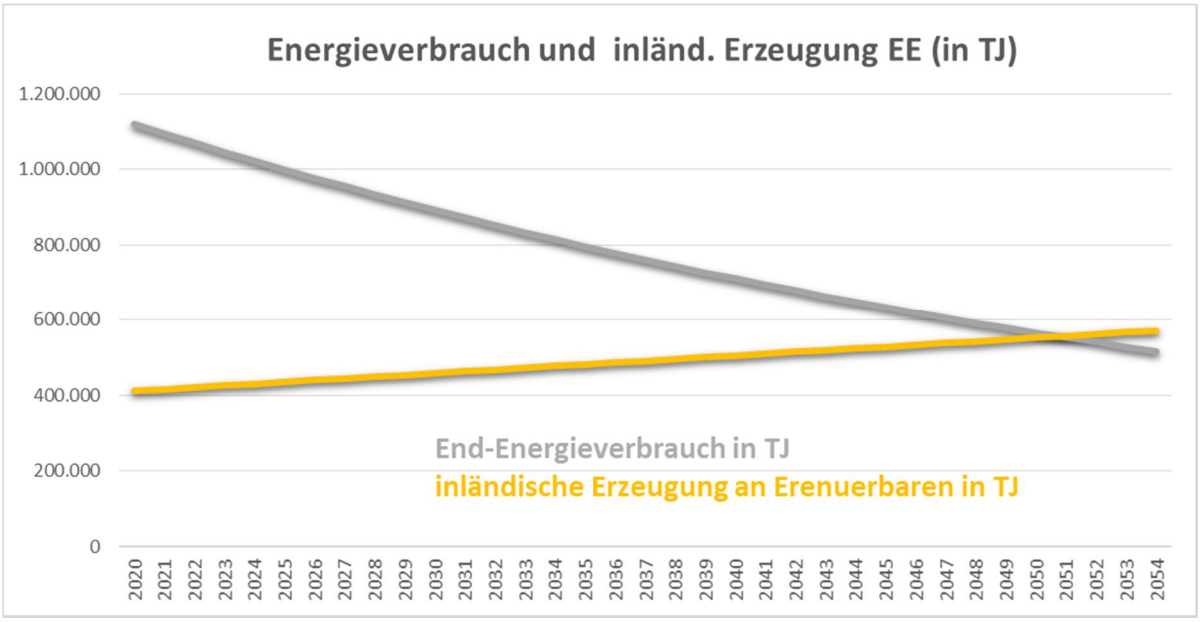


Abbildung 1: End-Energieverbrauch und inländische Erzeugung für Österreich bis 2050; Quelle: eigene Darstellung (2018)

Wichtigste Maßnahmen:

- Für den Ausbau der erneuerbaren Energieformen wird in der Photovoltaik das allergrößte Potential gesehen. Die vollflächige Nutzung aller geeigneten Dächer ließe einen Zuwachs bis 2050 im Ausmaß von über 100.000 GWh (360.000 TJ) erwarten. Als jährliche Mindestzuwachsrate für PV wird bis 2030 eine neu installierte Leistung von 850 MW und ab 2030 im Ausmaß von 1.000 MW angeführt (= 40.000 Dächer mit 25 kW = durchschnittliche Hausanschlussleistung).
- Auch für Windkraft besteht österreichweit Ausbaupotential. Jedenfalls sollten die bereits bewilligten Anlagen rasch mit ausreichend Fördermitteln versehen werden, damit die erlangten Bewilligungen nicht durch Fristablauf verloren gehen.
- Für Wasserkraft, Biomassenutzung aus Land- und Forstwirtschaft wird nur ein geringes zusätzliches Potential gesehen. Während in den nächsten Jahren vermehrt mit Schadholz zu rechnen sein wird, gehen Erträge aus Landwirtschaft und Wasserkraft aufgrund zu erwartender länger anhaltender Trockenperioden zurück.

In Zusammenschau mit all den anderen erneuerbaren Energieformen weist einzig die Photovoltaik hohe gesellschaftliche Akzeptanz auf. Die konsequente Nutzung bestehender und zukünftig zu errichtender Gebäude (Dach- und Fassadenflächen) für PV-Anlagen bringt ein sehr hohes Ausbaupotential im Gigawattbereich.

IV. Österreichs Weg zur Umsetzung

- Österreich legt bis Ende des Jahres einen ambitionierten integrierten Energie und Klimaplan (THG-Reduktion um 50 % bis 2030) der EU vor. Österreich geht damit als Beispielland voraus und animiert damit die anderen Mitgliedsstaaten zur Umsetzung des Pariser Klimaabkommens.

- In weiterer Folge sind die rechtlichen Rahmenbedingungen durch den Bund (in enger Abstimmung mit den Ländern und Gemeinden) für die THG-Reduktion und den Ausbau der Erneuerbaren Energieformen herzustellen. Darunter fallen die erforderlichen Änderungen im Emissionszertifikatsgesetz, im Bundes-Klimaschutzgesetz, im End-Energieeffizienzgesetz und im Ökostromgesetz. Idealerweise wird ein Gesetz für erneuerbare Energien geschaffen.

- Die Finanzierung der Umsetzung der angeführten Maßnahmen ist spätestens ab 2020 durch Beseitigung von steuerlichen Privilegien für die fossilen Energieträger und einer ökologisch orientierten sowie sozial verträglichen Steuerreform sicherzustellen.

- Ab 2020 müssen auch die Länder und Gemeinden ihre Beiträge zur THG-Reduktion vorlegen. Diese Planungen werden in Form von Landesklimaschutzgesetzen oder Energieraumplanungsprogrammen sichergestellt. Die Gemeinden verpflichten sich in ihren Entwicklungskonzepten mittels örtlicher Klima- und Energiepläne unter Einbindung ihrer Bürger zu einer nachhaltigen Entwicklung.

V. Ergebnis bei konsequenter Umsetzung

Die OÖ. Umweltanwaltschaft hat die in diesem Bericht angeführten Maßnahmen (unter Berücksichtigung des Ausbaus der Erneuerbaren Energieformen) einer THG-Abschätzung unterzogen.

Die idealisiert gedachte THG-Strategie berücksichtigt die Reduktion der THG-Emissionen um die Hälfte je Dekade. Das bedeutet eine jährliche Reduktion der THG-Emissionen um 6,66% (=blaue Linie). Bei Einhaltung dieser Kurve würde Österreich eine THG-Bilanz von ungefähr 1.000 Mio. t CO_2 bis 2050 vorweisen können.

Die orange Linie stellt das Ergebnis dar, wenn alle, in diesem Bericht genannten Maßnahmen, samt zugehörigen Umsetzungszeitrahmen, konsequent umgesetzt werden. Das THG-Budget beträgt nach Abschätzung der OÖ. Umweltanwaltschaft in etwa 1.070 Mio. t CO_2 bis 2050 und entspricht somit den Anforderungen des Pariser Klimaabkommens.

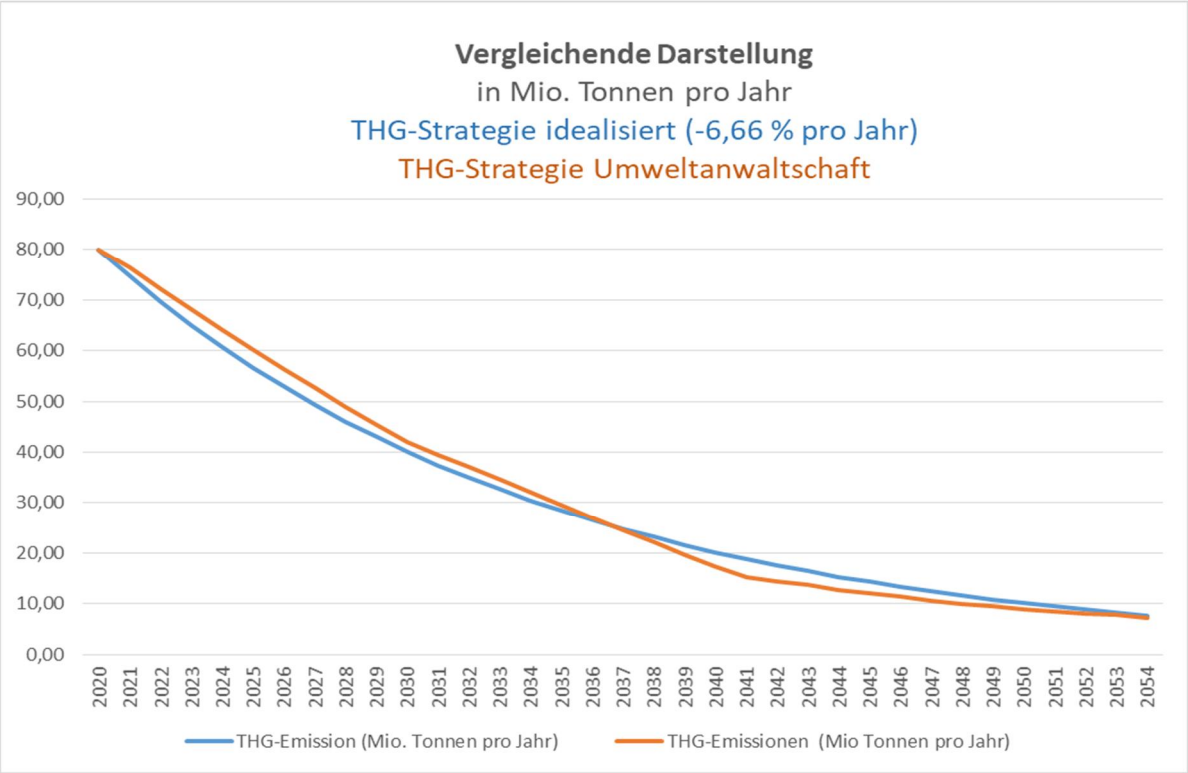


Abbildung 2: Treibhausgasemission für Österreich bis 2050, blau Kurve = idealisierte Darstellung und orange = bei konsequenter Umsetzung der Maßnahmen; Quelle: eigene Berechnung und Darstellung (2018)

Österreich ist somit in der Lage das THG-Budget bis 2050 gemäß den Anforderungen des Pariser Klimaabkommens zu reduzieren und leistet damit einen gerechten und fairen Beitrag.

I. Einleitung

Klimaerwärmung

Die größten Bedrohungen für die Menschheit im 21. Jhdt. gehen vom Klimawandel, vom Artensterben (Biodiversitätsverlust) und von einem atomaren Großkonflikt aus. Für all diese Bedrohungen ist einzig und alleine der Mensch verantwortlich, und einzig und allein der Mensch kann die Erde vor ihrem Ruin retten.

Während der globale Temperaturanstieg in der Periode seit 1880 ca. 0,85 °C betrug, stieg in Österreich die Temperatur um nahezu 2 °C. In der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts beträgt der weitere Temperaturanstieg in Österreich zusätzlich 1,4 °C und ist wegen der Trägheit des Klimasystems sowie der Langlebigkeit von THG in der Atmosphäre vom jeweiligen Emissionsszenario nur wenig abhängig und somit unaufhaltbar. Der darüber hinausgehende Temperaturanstieg (nach 2050) hängt sehr stark von den Treibhausgasemissionen der nächsten Jahre und Jahrzehnte ab.

Um den bereits stattfindenden Klimawandel auf ein gerade noch verträgliches Ausmaß einzuschränken, hat sich die internationale Gemeinschaft im Dezember 2015 in Paris darauf geeinigt, die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen. Mit diesem Vertrag soll der Ausstieg aus fossilen Energieträgeren eingeläutet werden.

Durch menschliche Aktivitäten findet ein massiver Eingriff in den natürlichen Kreislauf statt, insbesondere durch Emissionen von CO_2 und CH_4 (ferner N_2O). Dabei handelt es sich um Emissionen durch direkte Nutzung fossiler Energieträger (z.B. Verbrennung) oder technischer Prozesse (z.B. Stahl- oder Zementproduktion) bzw. um indirekte Emissionen durch Landnutzungsänderungen wie Rodungen, durch landwirtschaftliche (Über-)Nutzung, aber auch bedingt durch Bodenzerstörung aufgrund Siedlungs- bzw. Infrastrukturerweiterungen. Global betrachtet werden durch menschliche Aktivitäten bereits mehr als 40 $GtCO_2$ jährlich emittiert.

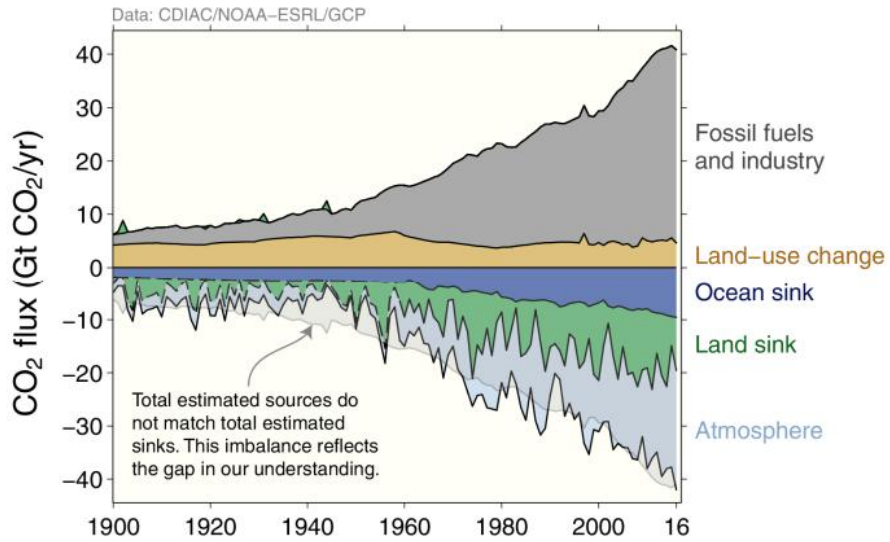


Abbildung 2 : Darstellung der CO_2-Ströme in Quellen und Senken; Quelle: future earth, Global Carbon Project (2017)

Rund die Hälfte aller menschlich verursachten CO_2 Emissionen zwischen 1750 und 2011 fanden in den letzten 40 Jahren statt. Der bisherige Temperaturanstieg wurde zwischen 1951 und 2010 durch den menschlich verursachten Anstieg an Treibhausgasen in der Atmosphäre und die Schädigung der Ozonschicht verursacht. Dies belegt eine beinahe lineare Korrelation zwischen CO_2-Konzentration und der Erhöhung der Durchschnittstemperatur.

Für die Erhöhung der Temperatur spielt somit der kumulative Effekt der Emissionen (also deren Verbleib in der Atmosphäre) eine zentrale Rolle. Die Emissionen aus menschlicher Aktivität haben die Konzentration von CO_2 in der Erdatmosphäre seit Beginn der Industrialisierung von 280 ppm um über 40 % auf 400 ppm (2015) ansteigen lassen. Damit ist die gegenwärtige Konzentration höher als in den letzten 800.000 Jahren, wahrscheinlich auch höher als in den letzten 20 Mio. Jahren.

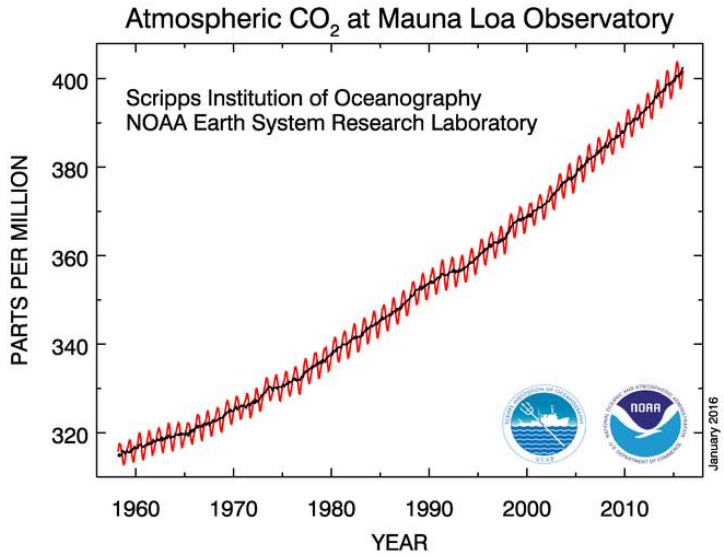


Abbildung 3: Atmosphärischer CO_2-Gehalt, gemessen am Mauna Loa in Hawai; Quelle Wetter Observer (2016)

Während 2006 die Pro-Kopf-CO_2-Emissionen im globalen Durchschnitt noch 4,4 t CO_2 betrugen, waren es 2015 bereits 4,9 t CO_2 und das bei stark gestiegener Weltbevölkerung (von 6,6 Mrd. Erdbewohnern in 2006 auf 7,4 Mrd. in 2015)[2]. Der Trend der globalen CO_2-Emissionen zeigt deutlich nach oben. Gemäß der World Energy Council Study – Energy Policy Scenarios 2050 liegen die weltweiten CO_2 Emissionen global gesehen zwischen 37 und 57 Mrd. t CO_2 (vgl. dazu rund 40 Mrd. t CO_2 Emissionen im Jahr 2015).

[2] United Nations, Department of Economics and Social Affairs: World Population Prospect, the Revision 2015

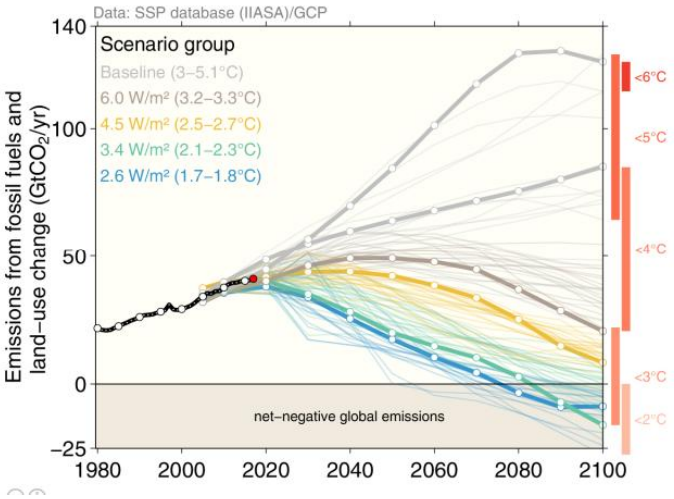


Abbildung 4: Five Shared Socioeconomic Pathways (SSPs) have been developed to explore challenges to adaptation and mitigation. Shared Policy Assumptions (SPAs) are used to achieve target forcing levels (W/m2). Marker Scenarios are indicated. Source: Riahi et al. 2016; IIASA SSP Database; Global Carbon Budget 2017

Wenn also der Klimawandel bei 2 °C stabilisiert werden soll, müssen die Emissionen so rasch wie möglich ihr Maximum erreichen und dann bis 2050 rasch sinken (IPCC, 2014a). Dazu müssen die kumulierten menschlichen Emissionen (seit 1870 betrachtet) *gem. Peters et al* deutlich unterhalb von 2.900 $GtCO_2$ liegen, um die Grenze der Erderwärmung von 2°C (mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 66%) nicht zu überschreiten. Bis 2011 wurden bereits 1.900 $GtCO_2$ emittiert, danach bis 2016 weitere knapp 200 $GtCO_2$. Das bedeutet, dass nur rund 800 $GtCO_2$ „übrig" bleiben. Für den nach 2016 (also ab 2017) verbleibenden Zeitraum bis 2050 als insgesamt zulässige Emissionen werden daraus allgemein 700 $GtCO_2$ (ab 2019 nur mehr 600 $GtCO_2$) angesehen, um für die zweite Hälfte des Jahrhunderts noch gerade 100 $GtCO_2$ für die dann auslaufenden Emissionen aufzubehalten.

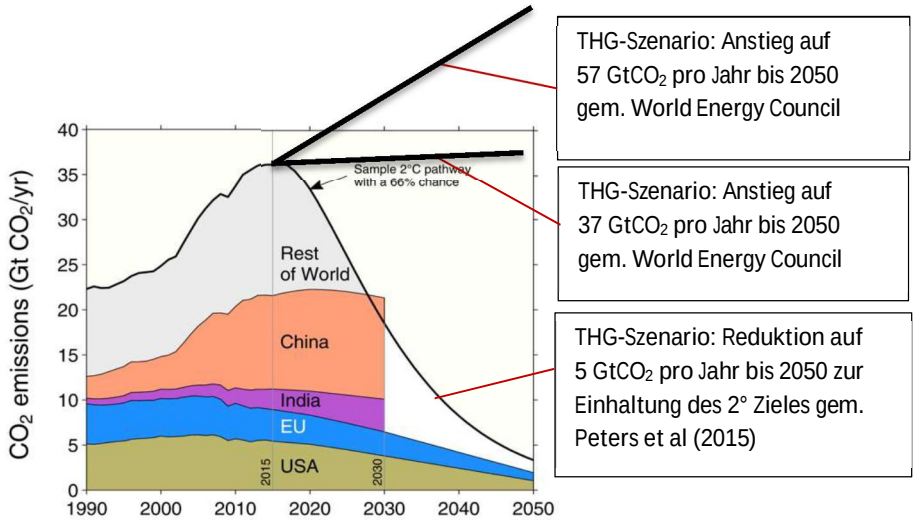


Abbildung 5: globale Treibhausgasemissionen zur Einhaltung des 2°C Zieles; Quelle Peters et al. 2015, ergänzt durch die Angaben des WEC für 2050 (eigene Darstellung)

Die jährlichen, globalen Pro-Kopf-CO_2-Emissionen sind bis zum Jahr 2050 (gegenüber ihrem heutigen Niveau) bedeutend, und zwar auf wesentlich weniger als 1 t Pro-Kopf-CO_2-Emissionen zu reduzieren.

	2014	2020	2030	2050
USA	16.9	14.7	10.2	2.5
EU	6.4	5.8	4.9	1.7
China	6.9	7.3	6.8	—
Rest of the World	3.5	2.8	0.7	—
Global	**5.0**	**4.4**	**2.4**	**0.5**

Tabelle: Per capita emissions based on the pledges togetherwith a 2 °C (>66%) temperature limit (tCO_2/capita); Quelle Glen P Peters et al 2015

Der Weltklimarat übermittelt mit seinem aktuellen Sonderbericht - IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung eine klare Botschaft für die bevorstehende UN-Klimakonferenz Ende 2018 im polnischen Kattowitce. Folgende zentrale Botschaften können diesem Bericht entnommen werden:

1. *Die Weltgemeinschaft muss sich zu einer maximalen globalen Erwärmung von 1,5 °C klar bekennen.*
2. *Jede darüber hinausgehende Erwärmung ist weder ökologisch noch ökonomisch darstellbar.*
3. *Die für das Pariser Klimaabkommen genannten Maßnahmen der teilnehmenden Länder reichen für dieses 1,5 °C Ziel bei weitem nicht aus.*
4. *Alle Länder sind aufgefordert, ihr THG-Budget dem global noch verfügbaren Budget unterzuordnen und die dafür erforderlichen Maßnahmen in Form von integrierten Energie- und Klimaplänen zu setzen.*

Die Einschränkung der globalen Erwärmung auf unter 1,5 °C bedeutet, dass sich das global zur Verfügung stehende Kohlenstoffbudget von 800 Gt CO_2auf 420 bis max. 580 Gt CO_2 (Wahrscheinlichkeit 50 bis 66 %) reduziert. Wenn nicht unmittelbar gehandelt wird, ist dieses Kohlenstoffbudget spätestens 2030 erschöpft. Die globale Erwärmung und deren negativen Auswirkungen werden in weiterer Folge unbeherrschbar und nicht kompensierbar sein.

Geringfügige Überschreitung des THG-Budgets können mittels Entnahmen von Treibhausgasen aus der Atmosphäre, zum Beispiel durch Änderungen in der Landnutzung (Erhöhung der Aufnahme in den Boden durch Humus, bzw. Aufforstung) oder der Verknüpfung von Nutzung von Bioenergie mit der Einlagerung der Emissionen mittels Carbon Capture and Storage (bioenergy CCS, BECCS) kompensiert werden.

Klimaschutz in der EU

Bereits 2009 und 2011 hat der europäische Rat ein konditionales langfristiges Klimaziel bis 2050 im Einklang mit anderen Industrieländern von 80–95 % Treibhausgasreduktion formuliert. Im Oktober 2014 hat der europäische Rat darauf aufbauend die folgenden Ziele für 2030 festgelegt:

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen der EU um mindestens 40 % gegenüber 1990
- EU-weite Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch auf mindestens 27 %
- EU-weite Verbesserung der Energieeffizienz um mindestens 27 %
- grenzüberschreitende Stromverbindungsleitungen im Ausmaß von mindestens 15 % der heimischen Erzeugungskapazität
- Ausbau von Versorgungssicherheit und Speicherkapazitäten im Gasbereich

Aus den im Pariser Klimaabkommen festgelegten Begrenzungen beim Temperaturanstieg folgen damit verträgliche Budgets für die noch zulässigen Treibhausgasemissionen. Nach Peters et al reicht der von der EU-Kommission vorgeschlagene THG-Reduktionspfad bei weitem nicht, um einen fairen und gerechten Beitrag zur Erreichung des 2° C Zieles durch die EU sicherstellen zu können.

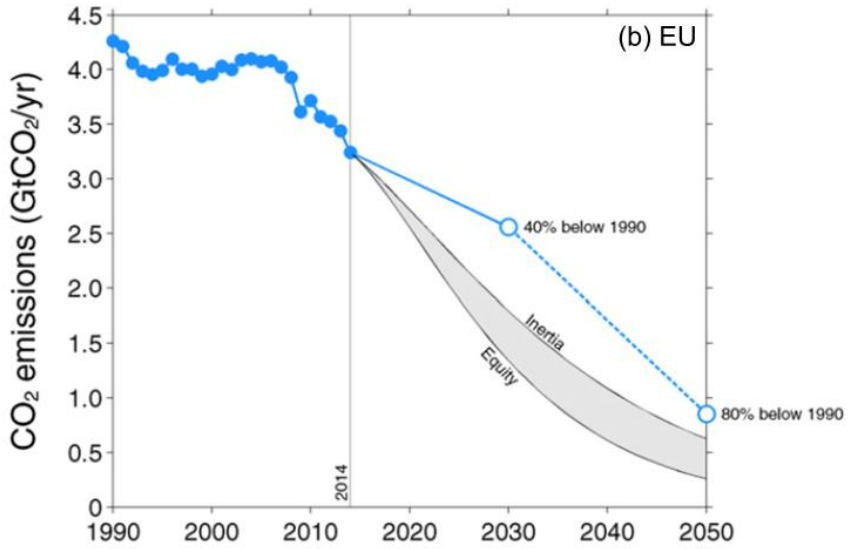


Abbildung 6: Estimated historical FFI emissions from 1990 to 2014, formal and informal pledges, and pathways consistent with 2 °C spanning a range from 'inertia' to 'equity' for the EU, USA, and China. Note the different vertical axis limits; Quelle Glen P Peters et al 2015

Die Energie- und Klimapolitik der EU sollte sich deshalb am globalen noch verfügbaren Emissionsbudget orientieren. Eine Zuteilung auf die jeweiligen Länder hat auch unter ethisch gerechten Gesichtspunkten, auch hinsichtlich historischer Verantwortung, zu erfolgen. Auf dieser Basis müssen langfristige Pfade für eine tiefgreifende Veränderung der für Energie und Emissionen relevanten Infrastruktur und erbrachter Dienstleistungen entwickelt werden.

Nach dem aktuellen (Mai 2018) im EU-Gesetzgebungsverfahren diskutierten Vorschlag für eine Verordnung über das Governance-System der Energieunion legen alle EU-Mitgliedstaaten einen *integrierten nationalen Energie- und Klimaplan (IEKP)* vor. Ein erster Entwurf soll 2019 an die Europäische

Kommission übermittelt werden, welche wiederum Empfehlungen dazu abgeben kann (EK 2018). Ziel der integrierten Energie- und Klimapläne ist es u. a. aufzuzeigen, wie die einzelnen Mitgliedstaaten ihre Effort-Sharing-Ziele für 2030 erreichen und welchen Beitrag sie zu den europäischen Zielen für erneuerbare Energie und Energieeffizienz liefern können.

Im Juni 2018 haben sich die Kommission, das Europäische Parlament und der Rat auf neue Regeln zur Verbesserung der Energieeffizienz in Europa und auf eine EU-weite Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch geeinigt. Der neue Rechtsrahmen enthält ein Energieeffizienzziel für die EU für 2030 von 32,5 Prozent mit einer Aufwärtsrevisionsklausel bis 2023. Zusammen mit dem kürzlich vereinbarten Ziel von 32 Prozent erneuerbarer Energie für die EU bis 2030 (mit der Option das Ziel 2023 nach oben zu revidieren) wird Europa in der Lage sein, den Übergang zu sauberer Energie zu vollenden und die in der Pariser Vereinbarung festgelegten Ziele zu erreichen.

Klimaschutz in Österreich

Nach der Effort-Sharing-Verordnung ist Österreich verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen (außerhalb des Emissionshandelsbereichs) bis 2030 um 36 % gegenüber 2005 zu reduzieren. Dies bedeutet wiederum eine Abnahme von 28 % bzw. 14,3 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent gegenüber dem Jahr 2016 (dem letzten der Inventur). Allenfalls können Flexibilitäten im Bereich LULUCF sowie durch begrenzte Nutzung von Zertifikaten aus dem Versteigerungstopf des Emissionshandels genutzt werden.

Das nationale Szenario mit bestehenden Maßnahmen zeigt, dass die Zielerreichung ab 2020 nicht mehr sichergestellt ist (vgl. dazu Kapitel 1.5.3 Klimaschutzbericht 2018, erstellt vom Umweltbundesamt). Im Jahr 2030 würde das Ziel ohne zusätzliche Anstrengungen um rund 8,3 Mio. Tonnen überschritten werden.

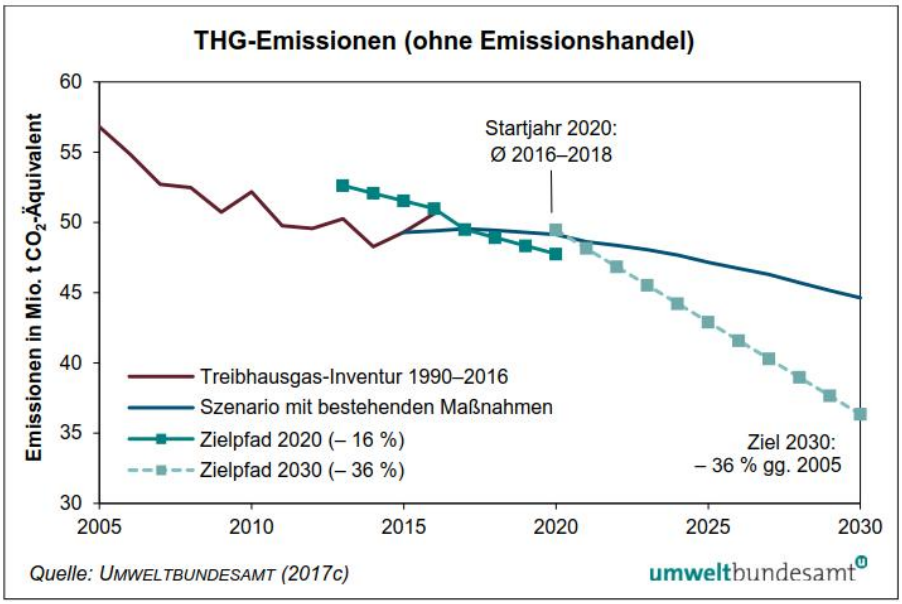


Abbildung 7: Entwicklung der Treibhausgasemissionen, des Szenarios WEM und Ziele (ohne EH) bis 2030; Quelle: Klimaschutzbericht 2018 (Umweltbundesamt 2018)

Am 28. Mai 2018 wurde die österreichische Klima- und Energiestrategie (#mission2030) von der Bundesregierung beschlossen. Diese Strategie bildet die Basis für den *Integrierten Energie- und Klimaplan für Österreich*. Dieser Plan hat konkrete Umsetzungsmaßnahmen zur Dekarbonisierung zu enthalten.

Nach Durchsicht der Klima- und Energiestrategie der Bundesregierung vertritt die Oö. Umweltanwaltschaft die Auffassung, dass mit den darin festgeschriebenen Aufgaben und Maßnahmen der für die Dekarbonisierung erforderliche Prozess NICHT eingeleitet wird.

Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommens in Österreich

Lukas Meyer und Karl Steininger (Wegener Center der Karl Franzens Universität in Graz) untersuchten in ihrem wissenschaftlichen Bericht *Das Treibhausgas-Budget für Österreich* das Ziel, die globale Erwärmung auf ein Temperaturniveau von deutlich unter 2 °C (Anstrengungen für 1,5 °C) zu beschränken.

In einem ersten Schritt wird das global ab 2017 noch verfügbare Treibhausgasbudget auf Basis ethischer Gesichtspunkte weltweit gerecht verteilt, und daraus der Anteil für Österreich ermittelt. Daraus ergibt sich ein Treibhausgasbudget für Österreich von rund 1.000 bis 1.500 Mio. Tonnen CO_2 für den Zeitraum 2017 bis 2050, wobei der niedrigere Wert auch die historischen (global überdurchschnittlich hohen) Treibhausgasemissionen Österreichs mitberücksichtigt.

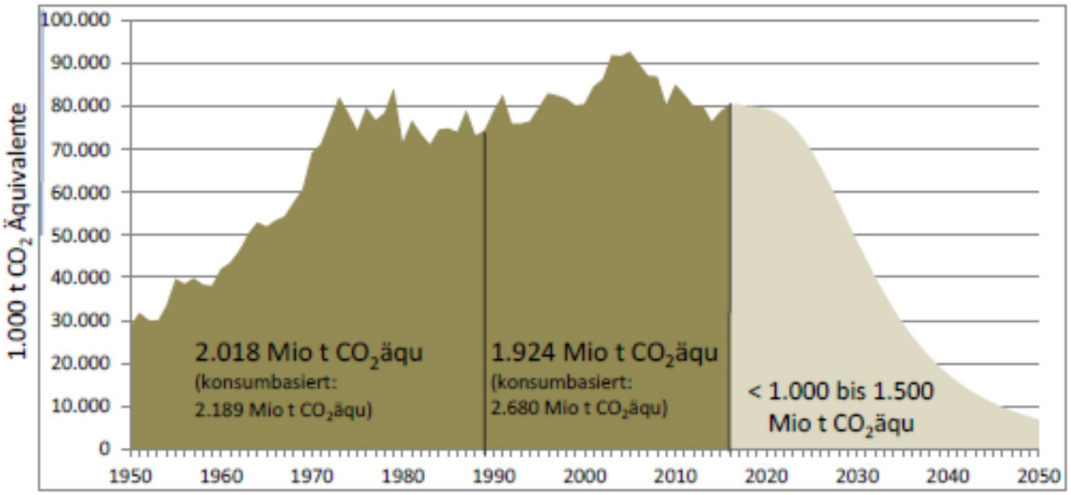


Abbildung 8: Historische Treibhausgas-Budgets Österreichs seit 1950 (exkl. LULUCF und Emissionen des Internationalen Luft- und Seeverkehrs) im Vergleich mit dem noch verfügbaren Budget bis 2050; Quelle Lukas Meyer und Karl Steininger (Wegener Center der Karl Franzens Universität in Graz), 2017

Um auf globaler Ebene mit dem verbleibenden Treibhausgasbudget auszukommen, wird als Faustregel global eine Halbierung der Emissionen in jeder der kommenden Dekaden als erforderlich erachtet (Rockström et al., 2017): mit dem globalen Emissionspeak spätestens 2020 (und der Trendwende auf sinkende Emissionen ab dann), eine Reduktion zwischen 2020 und 2030 auf die Hälfte, zwischen 2030 und 2040 auf ein Viertel (des Wertes von 2020), und bis 2050 dann auf ein Achtel davon – ein Emissionsbetrag für den unterstellt wird, dass er ab 2050 jährlich aus der Atmosphäre entnommen werden kann, sodass zur Mitte des Jahrhunderts netto Emissionsneutralität erreicht ist. Für ein Industrieland

wie Österreich werden diese Erfordernisse jeweils zeitlich etwas früher erforderlich, da bereits in der Vergangenheit ein verhältnismäßig hoher THG-Ausstoß stattgefunden hat.

Treibhausgas-Emissionen in Österreich (Stand 2016)

Produkt-basierte THG-Emissionen

Im Jahr 2016 betrugen die in Österreich produzierten Treibhausgase rund 79,7 Mio. Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente. Das entspricht einem Anstieg um 1,3 % gegenüber dem Kyoto-Basisjahr 1990 und einem Anstieg um 1,0 % im Vergleich zum Jahr 2015. Also vom Kyoto-Zielwert weit entfernt!

Mio. t CO_2-Äquivalent	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2015–2016	1990–2016
Energie & Industrie mit Emissionshandel	36,5	35,9	36,2	42,1	39,2	39,1	37,0	36,3	34,0	35,8	35,2	– 1,6 %	– 3,6 %
Energie & Industrie ohne Emissionshandel *				**6,3**	**6,6**	**6,5**	**6,7**	**6,5**	**5,9**	**6,3**	**6,2**	– 1,5 %	
Energie & Industrie Emissionshandel **				35,8	32,7	32,6	30,3	29,9	28,1	29,5	29,0	– 1,7 %	
Verkehr (inkl. nationalem Flugverkehr)	13,8	15,7	18,5	24,6	22,1	21,4	21,3	22,3	21,7	22,1	23,0	+ 4,2 %	+ 66,7 %
Verkehr (exkl. nationalem Flugverkehr)*				**24,6**	**22,1**	**21,3**	**21,2**	**22,2**	**21,7**	**22,0**	**22,9**	+ 4,2 %	
Gebäude*	**12,9**	**13,5**	**12,4**	**12,5**	**10,4**	**8,8**	**8,5**	**8,6**	**7,6**	**7,9**	**8,1**	+ 2,7 %	– 37,2 %
Landwirtschaft*	**9,6**	**9,1**	**8,7**	**8,2**	**8,0**	**8,1**	**8,0**	**8,0**	**8,1**	**8,1**	**8,2**	+ 1,5 %	– 14,1 %
Abfallwirtschaft*	**4,3**	**4,0**	**3,3**	**3,4**	**3,3**	**3,3**	**3,3**	**3,1**	**3,1**	**3,0**	**3,1**	+ 1,8 %	– 28,1 %
F-Gase (inkl. NF_3)	1,7	1,5	1,4	1,8	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	+ 5,0 %	+ 26,4 %
F-Gase (exkl. NF_3)*				**1,8**	**1,9**	**1,8**	**1,8**	**1,9**	**1,9**	**2,0**	**2,1**	+ 5,4 %	
THG nach KSG				**56,8**	**52,2**	**49,8**	**49,6**	**50,3**	**48,3**	**49,3**	**50,6**	+ 2,7 %	
Gesamte Treibhausgase	***78,7***	***79,7***	***80,4***	***92,7***	***84,9***	***82,5***	***79,9***	***80,2***	***76,5***	***78,9***	***79,7***	+ 1,0 %	+ 1,3 %

Abbildung 9: : Treibhausgas Emissionen in Österreich von 1990 bis 2016[3]; Quelle Umweltbundesamt (2017)

Aufgeteilt nach Gasen ergeben sich für 2016 folgende Anteile für die einzelnen Treibhausgase:

- 85 Prozent Kohlendioxid (CO_2),
- 8 Prozent Methan (CH_4),
- 4 Prozent Lachgas (N_2O) und
- 3 Prozent Fluorierte Gase (F-Gase).

Aufschlussreich ist die Aufteilung der Treibhausgasemissionen nach Bereichen:

- 68 Prozent aus Energie, hauptsächlich CO_2 durch die Verwendung von fossilen Energieträgern für energetische Zwecke,
- 21 Prozent aus Prozessen, durch Freisetzung von CO_2 und F-Gasen bei bestimmten Produktionsvorgängen, wie für Stahl und Zement,
- 9 Prozent aus der Landwirtschaft, wo durch Viehzucht und Düngung Methan und Lachgas freigesetzt werden, und
- 2 Prozent aus dem Abfall, wenn dabei Methan emittiert wird.

[3] * Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz (KSG)
** Daten für 2005 bis 2012 wurden entsprechend der ab 2013 gültigen Abgrenzung des EH angepasst.
Die aktuellen Emissionsdaten weichen von bisher publizierten Zeitreihen ab (Datenstand Jänner 2018).

Die Pro Kopf Emissionen betrugen 2016 ca. 9,2 t CO_2 pro Einwohner und Jahr. Im Bundesländervergleich zeigt sich, dass OÖ für mehr als 1/4 der gesamten THG-Emissionen Österreichs verantwortlich ist (mit mehr als 15 t CO_2 pro Einwohner und Jahr). Die wesentlichen Verursacher der österreichischen (produkt-basierten) Treibhausgas-Emissionen (inkl. Emissionshandel) waren im Jahr 2016 die Sektoren Energie und Industrie (44 %), gefolgt vom Verkehr (29 %) sowie Landwirtschaft und Gebäude (je 10 %). Diese Sektoren sind für rund 93 % der Treibhausgas-Emissionen verantwortlich.

Konsum-basierte THG-Emissionen

Die bisherige Klimapolitik des Kyoto-Protokolls, in dem sich die Industriestaaten der Erde zu einer ersten Treibhausgasreduktion verpflichtet haben, rechnet Emissionen immer dem Land zu, in dem sie in die Umwelt entlassen werden (=produkt-basierte THG-Emissionen). Strategien einzelner Länder zur Reduktion von CO_2-Emissionen haben dazu geführt, dass diese lediglich in andere Länder verlagert wurden, etwa durch vermehrte Importe aus dem Ausland.

Um die weltweiten ökologischen Auswirkungen der Produktion und des Konsums eines bestimmten Landes zu bewerten, ist es daher notwendig, den internationalen Handel und dessen CO_2-Rucksäcke mit einzubeziehen. Nur so können mögliche Verlagerungen von Umweltbelastungen in Folge von veränderten globalen Produktions-, Handels- und Konsummustern erkannt und analysiert werden (= konsumbasierte THG-Emissionen[4]).

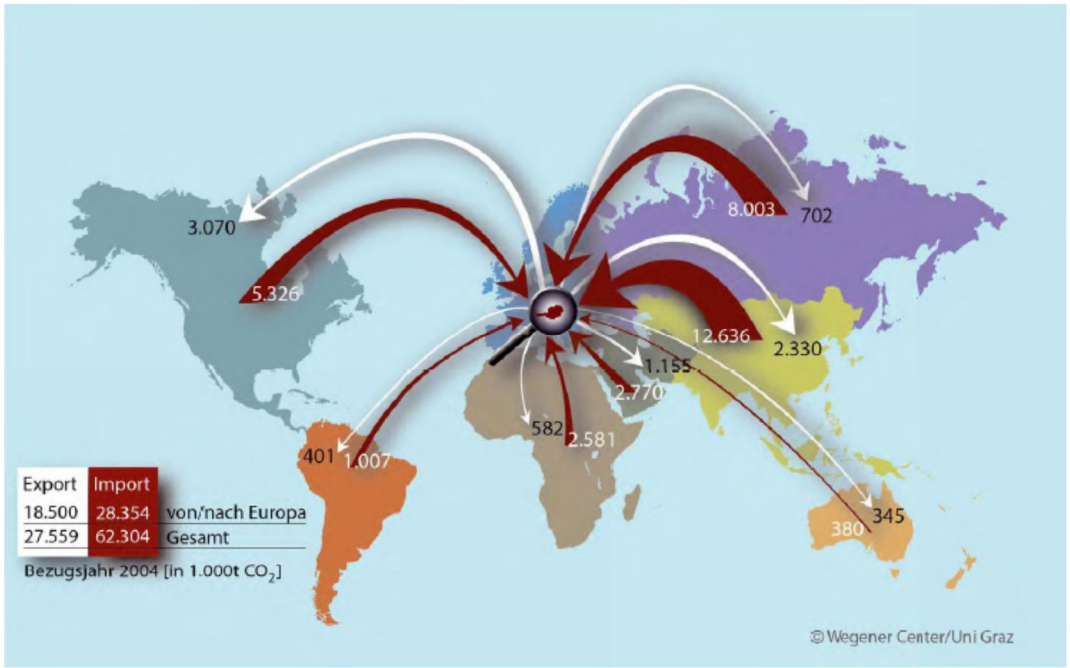


Abbildung 10: CO_2-Ströme im Güterhandel von/nach Österreich nach Weltregionen. Die in den Importgütern implizit enthaltenen Emissionen sind mit roten Pfeilen dargestellt, die in den Exportgütern enthaltenen, Österreich zugerechneten Emissionen mit weißen Pfeilen. In der Bilanz fallen Süd- und Ostasien, besonders China und Russland als Regionen auf, aus denen Österreich emissionsintensive Konsum- und Investitionsgüter importiert. Quelle: Munoz und Steininger (2010)

[4] Die konsumbasierten THG-Emissionen beinhalten die produktbasierten THG-Emissionen (in der UN-Statistik angeführten) und die Differenz aus Import / Export.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt eine Studie der Universität Graz, Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, mit dem Titel *Konsum-basierte Emissionen Österreichs*.

Für die konsum-basierten Emissionen zeigt die empirische Evidenz, dass diese etwa 50% über den produktions-basierten liegen. Beide gingen nach 2004/2005 leicht zurück. Der Rückgang der CO_2-Emissionen lässt sich einerseits auf die Wirtschaftskrise 2009 und andererseits auf bedeutende Reduktionen der Emissionen pro Outputeinheit durch den Übergang zu erneuerbaren Energien und verbesserte Energieeffizienz zurückführen.

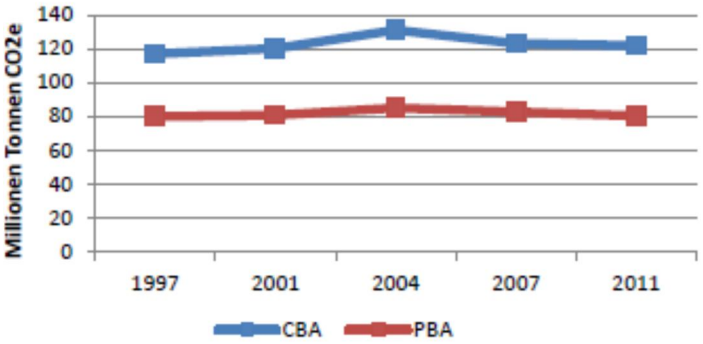


Abbildung 11: Überblick konsum-basierte versus produktionsbasierte THG Emissionen Österreichs; Quelle Steininger, Munoz (2015)

Österreich ist also durch seinen Konsum für rund 50 % mehr CO_2-Emissionen verantwortlich, als ihm gemäß offizieller Statistik zugerechnet werden.

In der UNO-Statistik werden für Österreich nur die produkt-basierten CO_2-Emissionen ausgewiesen. Diese betrugen im Jahr 2016 rund 80 Mio. t, pro Person 9,2 t. Berücksichtigt man die konsum-basierten CO_2-Emissionen ist Österreich für rund 120 Mio. t verantwortlich, dies entspricht in etwa 14 Tonnen pro Person und Jahr. Eine faire und gerechte Abbildung der THG-Emissionen, für welche Österreich die Verantwortung trägt, ergibt sich nur bei Betrachtung der konsum-basierten Emissionen. Die jährlichen CO_2-Emissionen sind bis zum Jahr 2050 (gegenüber ihrem heutigen Niveau) von 14 bzw. 9,2 Tonnen auf wesentlich weniger als 1 Tonne Pro-Kopf-CO_2-Emissionen zu reduzieren.

Wichtige Erkenntnisse im Klimaschutz

Österreich ist vom Klimawandel bereits jetzt überdurchschnittlich stark betroffen. Während der globale Temperaturanstieg seit 1880 ca. 0,85 Grad Celsius beträgt, sind es in Österreich nahezu 2 Grad. Österreich steuert mit seinen jährlichen CO_2 Emissionen von 80 Mio. t nur einen geringen Anteil zum globalen Ausstoß von rund 35 Gt CO_2 bei. Der Pro-Kopf Ausstoß eines jeden österreichischen Bürgers (mit 9,2 t) überragt den globalen Durchschnitt jedoch um mehr als das Doppelte.

Auch Österreich lebt und wirtschaftet somit aktuell auf Klimakosten anderer Länder und auf dem Rücken zukünftiger Generationen. Das Pariser Klimaschutzabkommen sieht vor, dass die globale Erwärmung auf deutlich unter 2°C zu beschränken ist. Dazu sind folgende zwei Punkte zu beachten:

- Die jährlichen, globalen CO_2-Emissionen sind bis zum Jahr 2050 (gegenüber ihrem heutigen Niveau) bedeutend, und zwar auf wesentlich weniger als 1 t Pro-Kopf-CO_2-Emissionen zu reduzieren.

- Bis 2050 dürfen an Treibhausgasen global betrachtet nicht mehr als 600 Gt CO_2 emittiert werden.

Für Österreich bedeutet dies, dass bis 2050 die akkumulierten THG-Emissionen nicht mehr als 1.000 Mio. t betragen dürfen, und ab 2050 jährlich nicht mehr als 1 t Pro-Kopf-CO_2-Emissionen ausgestoßen werden darf.

Nach heutigem THG-Emissionsniveau wäre das verfügbare Budget jedoch in wenigen Jahren aufgebraucht. Österreich muss daher ab sofort die Treibhausgasemissionen radikal verringern, und zwar pro Dekade um die Hälfte, damit der global gerechte Wert von 1 t Pro-Kopf-CO_2-Emissionen spätestens 2050 erreicht wird und dann Fairness und Chancengleichheit für alle Erdenbürger besteht.

Energie - Aufbringung und -Verbrauch (Stand 2016)

Die Energiebilanz für 2016 zeigt, dass Österreich lediglich 30 % der eingesetzten Primärenergie (=1.688 PJ) im Inland produziert, die restlichen 70 % mussten importiert werden.

Im Jahr 2016 betrug die inländische Erzeugung 517 PJ. Hier nehmen die Erneuerbaren einen sehr hohen Anteil ein, und zwar 80 %:

- Öl 34 PJ
- Gas 40 PJ
- Abfälle 31 PJ
- Erneuerbare 412 PJ

Bei der importierten Energie im Ausmaß von 1331 PJ handelte es sich ausschließlich um fossile Energieträger, und zwar 97 %:

- Kohle 121 PJ
- Öl 584 PJ
- Gas 496 PJ
- Elektrische Energie[5] 95PJ
- Erneuerbare 36 PJ

[5] Der Emissionskoeffizient des ENTSO-E Mix beträgt für das Datenjahr 2016 auf Basis der Endenergie 343,8 g CO_2äqu/kWhel, siehe ENTSO-E (2017) und E-Control (2017b). Der Nuklearenergieanteil im ENTSO-E Mix beträgt dabei 25,2 %. Allein durch die Stromimporte wurden in Österreich rund 9 Mio. t CO_2 importiert, sowie 6.600 GWh Atomstrom.

Durch Energie-Exporte (438 PJ) wurde ein gewisser Anteil an Öl (106 PJ), Gas (239 PJ) und elektrische Energie (69 PJ) wieder ans Ausland abgegeben.

Energieverbrauch für 2016:

Berücksichtigt man noch die Lagerbestände bzw. deren Veränderung so erhält man den Bruttoinlandsverbrauch.

Laut Statistik Austria betrug im Jahr 2016 der Bruttoinlandsverbrauch rund 1.425 PJ.

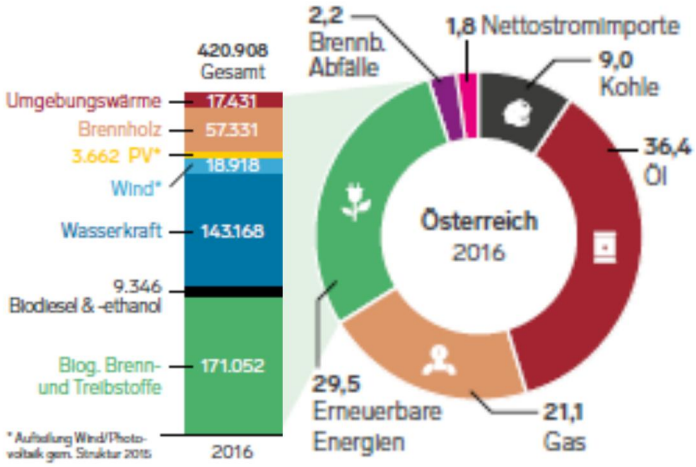


Abbildung 12: Bruttoinlandsverbrauch in TJ im Vergleich Anteile der Energieträger in Österreich; Quelle Statistik Austria 2017

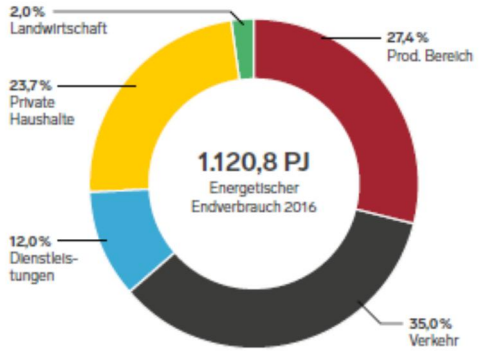
In Zahlen ausgedrückt liefern Erdölprodukte mit 520 PJ, gefolgt von den Erneuerbaren mit 421 PJ; weiters Gas mit 300 PJ, Kohle mit rund 130 PJ die wesentlichen Beiträge.

Der energetische Endverbrauch errechnet sich aus dem Bruttoinlandsverbrauch unter Berücksichtigung von

- 85 PJ aus dem nicht-energetischen Verbrauch fossiler Rohstoffe,
- 87 PJ aus Umwandlungsverlusten in Kraft- und Heizwerken und
- 133 PJ aus dem Verbrauch des Sektors Energie (inkl. Transportverlusten von Strom und Fernwärme)

Der energetische Endverbrauch betrug somit 1.121 PJ für das Jahr 2016 und erreicht mit diesem Wert einen absoluten Rekord!

Endenergieverbrauch nach Sektoren im Jahr 2016
Wesentliche Energiekonsumenten sind die Sektoren Verkehr, Industrie und Haushalte, welche rund 86 % des gesamten Energieeinsatzes in Österreich "verbrauchen". Fossile Energieträger decken den Großteil des Energieeinsatzes in Österreich, welche zum überwiegenden Teil importiert werden.



Verkehr mit 392 PJ,

Industrie (produzierendes Bereich) mit 307 PJ,

Private Haushalte mit 266 PJ,

Dienstleistungen mit 134 PJ

und Landwirtschaft mit 22 PJ.

Abbildung 13: Struktur des energetischen Endverbrauches 2016 nach wirtschaftlichen Sektoren; Quelle Statistik Austria 2017

Nutzenergieanalyse

Energetischer Endverbrauch 2016 nach Energieträgern und Nutzenergiekategorien für Österreich (in Terajoule)

2016	Raum-heizung und Klima-anlagen	Dampfer-zeugung	Industrie-öfen	Stand-motoren	Traktion	Beleuchtung und EDV	Elektro-chemische Zwecke	Summe
Steinkohle	228	3.472	605	0	5	0	0	4.310
Braunkohle	239	0	1.656	0	0	0	0	1.894
Koks	430	0	6.463	0	0	0	0	6.893
Petrolkoks	0	141	1.565	0	0	0	0	1.706
Heizöl	2.457	2.035	1.639	6	0	0	0	6.137
Gasöl für Heizzwecke	43.886	106	4.942	8	0	0	0	48.942
Diesel	0	5	3	14.796	251.791	0	0	266.595
Benzin	0	0	1	233	64.599	0	0	64.833
Petroleum	0	0	0	26	33.126	0	0	33.152
Flüssiggas	1.516	36	1.053	601	484	0	0	3.691
Naturgas	77.331	43.309	58.445	2.469	10.752	9	0	192.315
Elektrische Energie	28.622	3.216	52.266	93.015	11.263	33.790	492	222.665
Fernwärme	60.288	1.818	10.612	0	0	0	0	72.718
Brennholz	50.567	97	6.258	0	0	0	0	56.922
Biogene Brenn- und Treibstoffe	27.902	36.666	16.603	360	22.949	0	0	104.479
Brennbare Abfälle	1.620	3.302	7.679	0	0	0	0	12.601
Umgebungswärme etc.	11.306	0	5.352	0	0	0	0	16.659
Gichtgas	0	0	1.089	0	0	0	0	1.089
Kokereigas	0	0	3.439	0	0	0	0	3.439
Brenntorf	0	0	0	0	0	0	0	0
Insgesamt	**306.392**	**94.203**	**179.672**	**111.512**	**394.970**	**33.800**	**492**	**1.121.042**

Tabelle 1: Energiebilanz für Österreich (Stand 15.12.2017). Aufgliederung nach der Struktur der Nutzenergieanalyse 2016; Quelle: Statistik Austria

Neben Strom und Treibstoffen wird für die Bereitstellung von Wärme (Prozesswärme bzw. Wärme für Heizung und Warmwasser) der größte Anteil am österreichischen Endenergieverbrauch aufgewendet.

Der Endenergieverbrauch (EEV) ist entsprechend dem Verwendungszweck wie folgt aufgeteilt (Statistik Austria 2016b).

- Strom 20 % 223 PJ
- Verkehr 35 % 385 PJ (+ 10 PJ für landwirtschaftliche Traktion)

- Wärme 45 % 503 PJ[6]
    - Niedertemperaturbereich für Raumheizung, Klimaanlagen und Brauchwasser, etc. mit rund 60 % (ca. 300 PJ)
    - Hochtemperaturbereich für Industrie und andere Prozesse mit rund 40 % (ca. 200 PJ)

Wenn also von der Energiewende gesprochen wird, müssen die fossilen Energieträger für Verkehr, die Bereitstellung der Wärme, sowie die Verluste im gesamten Energiefluss viel stärker in den Vordergrund gerückt werden.

Strom

Erzeugung bzw. Aufbringung in Österreich:

2016 zeigte die Erzeugungsstruktur der Stromproduktion in Österreich einen hohen Anteil an erneuerbaren Energieträgern von ca. 52 % (45,5 % Wasserkraft[7], 5,6 % Wind 0,7 % PV). Wärmekraft verbuchten rund 20 %, die Importe rund 28 % (26.400 GWh).

Im Jahr 2016 betrug die inländische Stromerzeugung 67.881 GWh (235 PJ).

- Großwasserkraft (über 10 MW) 36.964 GWh (54,5 %),
- Kleinwasserkraft (bis 10 MW) 5.942 GWh (8,8 %),
- Großwärmekraft (über 10 MW) 15.893 GWh (23,4 %),
- Kleinwärmekraft (bis 10 MW) 3.150 GWh (4,6 %)
- Windkraft 5.231 GWh (7,7 %)
- die Photovoltaik 669 GWh (1,0 %).

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft beträgt nahezu 43.000 GWh (155 PJ). Im Bereich der Wärmekraft mit rund 19.000 GWh (=100 %) war der Anteil fossiler Brennstoffe und Derivate an der Stromerzeugung 70,8 %, der Anteil biogener Brennstoffe 24,0 % und der Anteil weiterer, nicht eindeutig zugeordneter Brennstoffe 5,2 %.

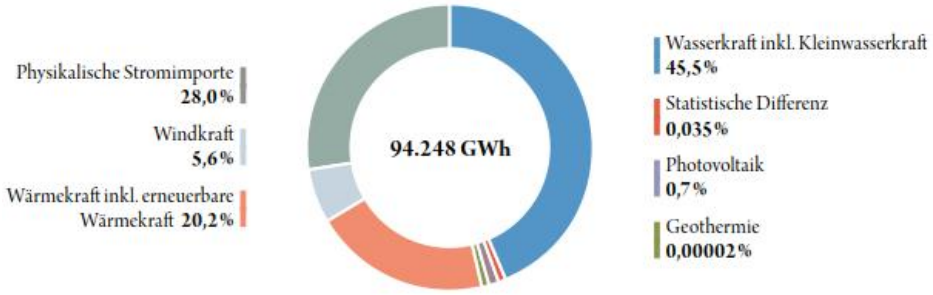


Abbildung 14: Struktur der Aufbringung von Strom in Österreich 2016; Quelle BMLFUW 2017

[6] Wärme aus elektrischer Energie wurde dem Strom zugerechnet.
[7] Wasserkraft entspricht somit 42.906 GWh, wobei rund 2/3 in Laufkraftwerken und 1/3 in Speicherkraftwerken (inkl. Pumpspeicherkraftwerke) erzeugt wird.

In der inländischen Stromerzeugung nehmen die Erneuerbaren somit den Hauptanteil von rund 78% ein. Das bedeutet jedoch, dass rund 15.000 GWh (54 PJ) in der inländischen Stromerzeugung auf fossilen Energieträgern (Kohle, Gas) basieren.

Verbrauch in Österreich

Im Jahr 2016 betrug der Inlandstromverbrauch (gemessen am Endenergieverbrauch) etwa 70.702 GWh (255 PJ), das bedeutet eine Steigerung im Vergleich zum Jahr 2015 (69.917 GWh, entspricht 252PJ) um rund 1,1 %. Die Verluste betrugen 2016 etwa 3.339 GWh, Aufwand für Pumpspeicherung 4339 GWh und die Exporte 19.207 GWh.

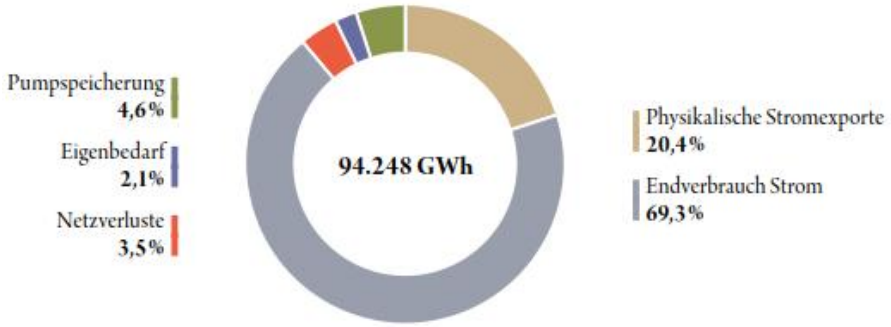


Abbildung 15: Struktur der Verwendung von Strom in Österreich 2016; Quelle BMLFUW 2017

Das Import-Export-Saldo betrug 2016 rund 10 % des gesamten Stromverbrauchs Österreichs. Diese rund 7.200 GWh Stromimporte (Import-Export-Saldo) stellen eine Größenordnung von 6 Donaukraftwerken dar (alle Ö. Donaukraftwerke produzieren durchschnittlich 13.000 GWh).

Aufgrund des ENTSO-E Mixes verursacht Österreich - bedingt durch den Import-Export-Saldo - zusätzlich rund 2,5 Mio. t CO_2 bzw. werden in Österreich 1.800 GWh Atomstrom[8] verwendet.

Verkehr

Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr beträgt 385 PJ, wobei die fossilen Energieträger mit einem mit 88% die Hauptlast tragen. Verantwortlich für den enormen Energieverbrauch sind der

- Landverkehr mit 86%,
- Flugverkehr mit 9%,
- Transport in Rohrfernleitungen mit 3%
- Eisenbahn mit 2% und
- Binnenschifffahrt mit 0,2%.

[8] Das niemals in Betrieb gegangene AKW Zwentendorf in Niederösterreich hätte mit einer Endausbauleistung von rund 700 MW etwa die doppelte Menge an elektrischer Energie geliefert.

Ende 2016 waren rund 4,8 Mio. Diesel-Pkw, 2 Mio. Benzin-Pkw, 25.000 sonstige wie Gas bzw. Hybridantriebe und 9.000 E-Pkw zugelassen. Dazu kommen noch rund 440.000 LKW´s und rund 800.000 Motor- und Motorfahrräder. Zusätzlich werden landwirtschaftliche Geräte, schienengebundene Fahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge mit fossilen Energieträgern versorgt.

Für den energetischen Endverbbrauch bedeutet dies

- Diesel mit 252 PJ,
- Benzin mit 65 PJ,
- Flugbenzin mit 33PJ,
- Biotreibstoffe mit 23 PJ,
- Gas mit 10 PJ und
- Elektrische Energie mit je 10 PJ.

Fossile Energieträger sind mit einem Anteil von über 90 % (rund 360 PJ, das entspricht rund 100.000 GWh) die wichtigsten Energieträger im Verkehrssektor. Diese Form der Energie muss zu 95 % importiert werden.

Wärme

Für das Jahr 2015 liegt eine detaillierte Untersuchung für den gesamten Wärmeverbrauch Österreichs vor. 2015 wurden in Österreich 545 PJ Energie zur Wärmegewinnung verbraucht. Den größten Anteil unter den Energieträgern hatte Erdgas mit einem Energieeinsatz von 192 PJ. An zweiter Stelle folgte Bioenergie mit 161 PJ; die anderen erneuerbaren Energien – Solarthermie und Umgebungswärme – nehmen eine kleinere Rolle ein.

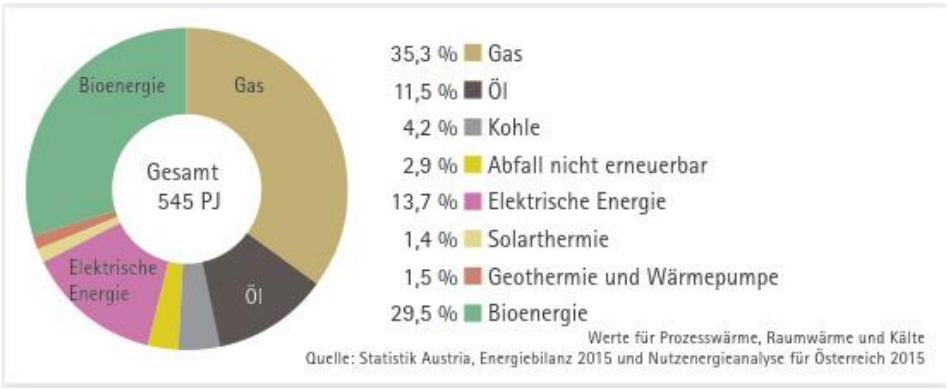


Abbildung 16: Energieträgermix Endenergieverbrauch Wärme 2015; Quelle Biomasseverband (2017)

Die zur Wärmeerzeugung eingesetzte Biomasse war zu 92 % Holz-basiert, wobei Brennholz mit 58 PJ und Holzabfälle (Hackschnitzel, Sägenebenprodukte, Rinde) mit 56 PJ die größten Anteile einnahmen. Mit 75 PJ elektrischer Energie wurde mehr als ein Drittel des gesamten Stromverbrauches (219 PJ) im Jahr 2015 zur Wärmeerzeugung genutzt.

Im Jahr 2016 wurden für die gesamte Wärmeerzeugung rund 580 PJ an Energie benötigt (darunter etwa 80 PJ an elektrischer Energie).

Für Raumwärme und Warmwasser wurden 27% bzw. 306 PJ an der gesamten Endenergie eingesetzt. Für die Raumheizung wurden am häufigsten Erneuerbare (29%) gefolgt von Erdgas (25%) und Fernwärme (20%) eingesetzt.

Die Dampferzeugung benötigte rund 8 % bzw. 94 PJ der gesamten Endenergie. Die Erzeugung erfolgte im Wesentlichen aus Erdgas (46%), gefolgt von den Erneuerbaren (39%).

Im Bereich der Industrieöfen wird 16 % bzw. 180 PJ an Endenergie verbraucht. Hier wurde Erdgas mit 33% auch am häufigsten eingesetzt, gefolgt von elektrischer Energie (29%).

Die Bereitstellung von Wärme für Raumwärme (und –kälte), Industrie und andere Prozesse benötigt mehr als die Hälfte der gesamten eingesetzten Endenergie (rund 580 PJ). Zur Erzeugung der Wärme spielt Erdgas eine zentrale Rolle, gefolgt von Bioenergie und Strom. Aber auch Heizöl trägt mit ca. 10 % (54 PJ) nach wie vor wesentlich zur Wärmeerzeugung bei.

Insgesamt werden für Wärme nahezu 350 PJ an fossilen Energieträgern eingesetzt. Erneuerbare tragen zur Wärmeversorgung mit 155 PJ, Strom mit 80 PJ, Umgebungswärme mit 19 PJ und brennbare Abfälle mit 13 PJ bei.

Anhand der Nutzenergieanalyse wird klar ersichtlich, dass für Bereitstellung der Wärme nach wie vor große Mengen an Fossilen eingesetzt werden. Im Bereich Verkehr werden ausschließlich fossile Energieträger verwendet.

Verluste– vom Aufkommen bis zum Einsatz:

Während im Energieflussbild 2005, erstellt von der Energie Agentur Austria die Verluste für die einzelnen Sektoren herausgearbeitet wurden, liegen diese Informationen für das Energieflussbild 2016 nicht vor. Aus diesem Grund werden an dieser Stelle die Werte vom Jahr 2005 angeführt.
Die gesamten Verluste (Umwandlung, Eigenverbrauch, Transport und die Verluste im Bereich der Endenergienutzung) betrugen im Jahr 2005 rund 657 PJ, die tatsächlich benötigte Nutzenergie für Licht, Bewegung, Stromenergie und Elektrochemische Zwecke belief sich auf 667 PJ. Dies bedeutet: Die Nutzenergie – also jene Energie, die tatsächlich Arbeit verrichtet (und nicht nur unnötige Wärme erzeugt) – und die Verluste stehen zueinander im Verhältnis 1:1.

An dieser grundsätzlichen Aussage hat sich in der österreichischen Energiebilanz wenig bis kaum eine Änderung in den letzten Jahren ergeben.

Wichtige Erkenntnisse aus der Energiewirtschaft

Der Energie-Bruttoinlandsverbrauch (1.425 PJ) nähert sich den historischen Höchstwerten der Jahre 2005 bzw. 2010 an. Der energetische Endverbrauch (EEV) stieg auf 1.121 PJ und erreichte damit einen historischen Rekord!

Österreich hat noch nie so viel Energie importiert wie im Jahr 2016 (1.331 PJ), wobei es sich bei importierter Energie ausschließlich um fossile Energieträger handelt.

Gemessen am EEV (1.121 PJ) sind die größten Energieverbraucher, eingeteilt in Sektoren: Der Verkehr (392 PJ), gefolgt von der Industrie (307 PJ), private Haushalte (266 PJ), Dienstleistungen (134 PJ) und der Landwirtschaft (22 PJ).

Der Anteil anrechenbarer erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch (gemäß EU-Richtlinie 2009/28/EG) lag bei 33,5%.

Aus der Nutzenergieanalyse (auf Basis EEV) lässt sich ableiten, dass für Wärme rund 500 PJ, Traktion (Verkehr) 385 (bzw. 395) PJ und Strom 223 PJ aufgewendet wurden. Fossile Energieträger werden für Verkehr im Ausmaß von 360 PJ, für die Wärmeversorgung im Ausmaß von 350 PJ und für die inländische Stromerzeugung im Ausmaß von 54 PJ benötigt. In Summe tragen die fossilen Energieträger mit 764 PJ zu zwei Drittel am End-Energieverbrauch bei.

Die Verluste wurden nur im Energieflussbild des Jahres 2005 nachvollziehbar erarbeitet, und waren mit 657 PJ der größte Energieverbraucher (gemessen am Energie-Gesamtaufkommen). Die Nutzenergie – also jene Energie, die tatsächlich Arbeit verrichtet (und nicht nur unnötige Wärme erzeugt) – und die Verluste stehen zueinander im Verhältnis 1:1.

Wenn also von der Energiewende die Rede ist, muss primär von einer Verkehrswende (Mobilität und Transport) und einer Wärmewende gesprochen werden. Zusätzlich müssen die Verluste im gesamten Energiefluss deutlich mehr Beachtung finden.

Zur Dekarbonisierung unseres gesamten Energiesystems muss der Energieverbrauch bis 2050 zumindest halbiert werden (gegenüber 2016). Die erforderliche Energiemenge muss (zumindest bilanziell berechnet) in Österreich aus erneuerbarer Energie bereitgestellt werden.

Transformation des Wirtschaftssystems hin zur THG-Neutralität

Der hohe Energieverbrauch zeichnet für den Großteil der (produkt-basierten) THG-Emissionen verantwortlich. Die Transformation unseres Energiesystems von 2/3 fossilem Anteil und nur 1/3 Erneuerbaren hin zu nahezu 100% Erneuerbaren kann nur dann gelingen, wenn der Energieverbrauch bis 2050 drastisch und zwar auf zumindest die Hälfte (gegenüber Stand 2016) reduziert wird.

Nach Einschätzung der Oö. Umweltanwaltschaft hat die Hierarchie zur Reduktion des Energieverbrauchs sich an der nachfolgenden Hierarchie zu orientieren.

Energie sparen und Verluste vermeiden

Energie effizient verwenden

Erneuerbare Energien ausbauen

Nur so kann eine nachhaltige Dekarbonisierung in unserem Wirtschaftssystem erreicht werden.

Der Wissenschaftliche Bericht Nr. 73-2017 des Wegener Center für Klima und Globalen Wandel der Karl-Franzens-Universität Graz liefert für eine notwendige Neuorientierung der österreichischen Energie- und Klimapolitik eine Reihe von bedeutenden Aussagen:

- *Es sind tiefgreifende Veränderungen im Umgang mit Energie erforderlich, damit Österreich mit einem unter dem Kriterium globaler Fairness festgelegten Emissionsbudget bis 2050 auskommen kann. Als erster Schritt wäre dafür die zugrundeliegende gesellschaftliche Konsensfindung einzuleiten, für die in Österreich der Prozess bisher weder aufgesetzt noch initiiert ist.*
- *Für den Bereich Energie bedeutet das jedenfalls eine Halbierung des gegenwärtigen Energieverbrauchs bis längstens zur Mitte des Jahrhunderts verbunden mit einer Erneuerung des gesamten Gebäudebestands und weitgehend elektrischen Antrieben bei allen Fahrzeugen.*
- *Eine besondere Herausforderung sind jedoch jene Emissionen, die aus den Prozessen der industriellen Produktion, der Landwirtschaft und dem Abfall stammen, weil dafür fundamentale Änderungen bei Technologien und Lebensstilen erforderlich sind.*

II. Österreichs Weg zur THG-Reduktion

Eine absolute Reduktion der Treibhausgasemissionen (im Vergleich zum Basisjahr 1990) wurde bis 2016 nicht erreicht. So wurden 2016 in Österreich 79,7 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent emittiert (vgl. dazu Basisjahr 1990 betrug der CO_2-Ausstoß 78,8 Mio. Tonnen). Die größten Verursacher der THG-Emissionen sind die Sektoren Energie und Industrie, Verkehr, Landwirtschaft sowie Gebäude. Die Gesamtemissionen des Sektors Energie und Industrie beliefen sich 2016 auf 35,2 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent, jene des Verkehrs auf 23,0 Mio. Tonnen CO_2 Äquivalent. Die Landwirtschaft sowie der Sektor Gebäude verursachten je etwas mehr als 8 Mio. Tonnen, die Abfallwirtschaft 3,0 Mio. Tonnen und die Fluorierten Gase 2,1 Mio. Tonnen. Berücksichtigt man in der Treibhausgasbilanz auch die konsumbedingten Emissionen, betragen Österreichs Treibhausgas-Emissionen weit mehr als 100 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent.

Die internationale Gemeinschaft hatte sich im Dezember 2015 in Paris darauf geeinigt, die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen. Zur Zielerreichung sind - nach Aussage des Weltklimarates - die jährlichen, globalen CO_2-Emissionen bis zum Jahr 2050 (gegenüber ihrem heutigen Niveau) auf deutlich unter1 t Pro-Kopf-CO_2-Emissionen[9] zu reduzieren.

Die Bundesregierung arbeitet derzeit an der Erstellung eines integrierten Energie- und Klimafahrplanes für die Zeit nach 2020, die der Umsetzung der Ziele der Energieunion sowie des Pariser Klimaabkommens dienen soll und die Zielhorizonte 2030 und 2050 umfassen wird. Bis 2050 wird nach wissenschaftlichem Konsens (IPCC 2007) und in Übereinstimmung mit den Beschlüssen von Paris eine Verminderung der EU weiten Treibhausgas-Emissionen um mindestens 90 % als notwendig angesehen, um das 2°C-Ziel einzuhalten. Welchen Weg die österreichische Klima- und Energiestrategie tatsächlich beschreiten wird, ist derzeit noch offen.

Rund drei Viertel unserer Treibhausgasemissionen verursachen unsere Gebäude, Mobilität und Transport, sowie unser Konsumverhalten.

[9] Im Jahr 2016 betrug die österreichische Pro-Kopf-CO_2-Emissionen rund 9 t und 13 t, wenn man die konsumbedingten Emissionen berücksichtigt. Das bedeutet eine Reduktion der THG-Emissionen um den Faktor 10 !

Reduktionspfad der gesamten (produkt-basierten) THG-Emissionen

Der Einsatz von fossilen Energieträgern wie Kohle, Öl und Gas in der Energiewirtschaft, Verkehr, Wärmeerzeugung und die industriellen Prozesse sind für nahezu 90 % der gesamten THG-Emissionen (rund 70 Mio. Tonnen CO_2 jährlich) in Österreich verantwortlich. Der Rest wird in der Land- und Abfallwirtschaft emittiert.

- 2016 wurden in Österreich rund 80 Mio. Tonnen (produktbezogen) emittiert, wovon etwas mehr als 70 Mio. Tonnen aufgrund des Einsatzes fossiler Energieträger verursacht wurden.
- Als Zielwert gilt, dass bis 2050 die gesamte Menge an produktbezogenen THG-Emissionen in Summe 1.000 Mio. Tonnen NICHT überschreiten, und dass ab 2050 weniger als 1 Tonne je EW und Jahr emittiert werden
- Das bedeutet, dass ab sofort die jährlichen THG- Emissionen um zumindest 6,66 % reduziert werden, sodass 2050 in Österreich max. 10 Mio. Tonnen an Treibhausgasen emittiert werden.
- Die Treibhausgasemissionen pro Einwohner und Jahr reduzieren sich von 9,2 Tonnen (2020) auf rund 1 Tonne jährlich im Jahr 2050!

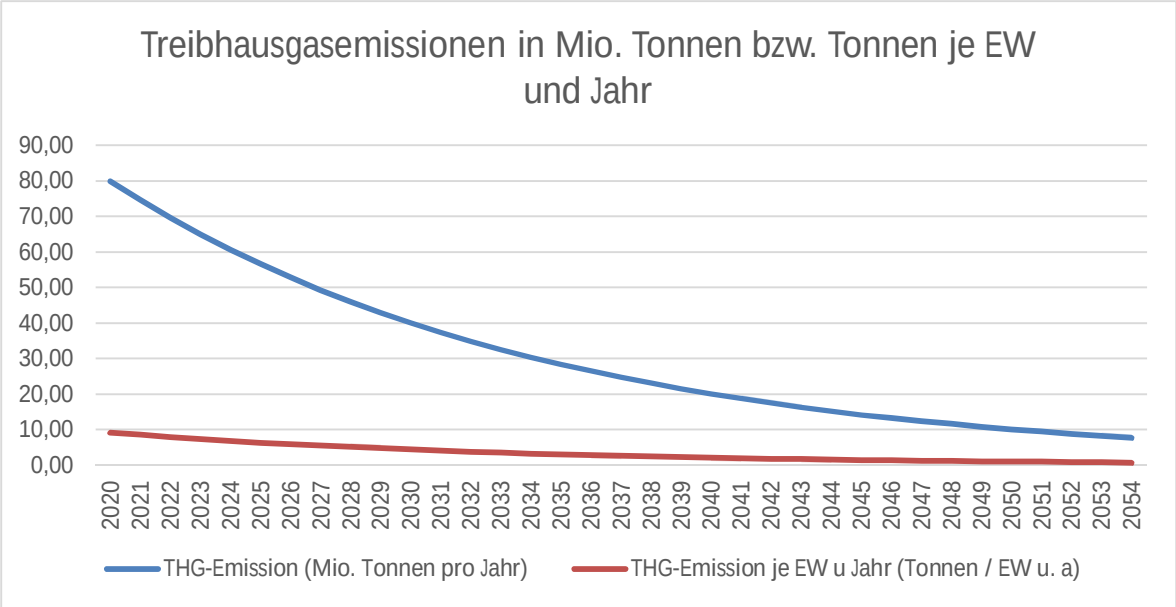


Abbildung 17: Verfügbare THG-Emissionen bis 2050 für Österreich; Quelle: eigene Darstellung (2018)

Jahr	THG-Emission (Mio. t pro Jahr)	THG-Emission je EW u Jahr (Tonnen / EW u. a)
2020	80,00	9,20
2025	56,66	6,34
2030	40,13	4,39
2035	28,42	3,04
2040	20,13	2,11
2045	14,26	1,46
2050	10,10	1,02

Tabelle 2: Zielwerte der gesamten THG-Emissionen für Österreich in 5-Jahresschritten; Quelle: eigene Berechnungen (2018)

Bei Einhaltung dieses o.a. Reduktionspfades und der in weiterer Folge aufgelisteten Maßnahmen (in Form von Aufgaben) kann bis 2050 die Gesamtemission von THG für die Bereiche Wärme, Verkehr und Strom auf rund 1.000 Mio. t CO_2 reduziert, und der Zielwert von 1 Tonne CO_2 je Einwohner und Jahr kann ab 2050 eingehalten werden.

Reduktionspfad der THG-Emissionen im Gebäudesektor

Ausgangslage

Ende 2015 gab es rund 2,06 Mio. Wohngebäude und 4,59 Mio. Wohnungen in Österreich. Die Wohngebäude gliedern sich zu 87,6 % in Ein- und Zweifamilienhäuser und zu 12,4 % in Mehrfamilienhäuser. Jährlich kommen rund 20.000 Wohnobjekte mit rund 40.000 Wohneinheiten (und durchschnittlicher Wohnfläche von 100 m²) neu dazu. Zusätzlich bestehen rund 200.000 weitere Objekte wie Betriebsgebäude, Hotels, Schulen, etc. mit erheblichen Energieverbrauch.

Gemäß Nutzenergieanalyse der Statistik Austria wird in Österreich etwas mehr als ein Drittel (rund 400PJ) der gesamten verbrauchten Energie für Raumheizung, Klimaanlagen, Beleuchtung und EDV im Bereich Gebäude und Dienstleistung verwendet, wobei der Wärmebedarf für die Wohngebäude rund 200 PJ (55 TWh) und für die beheizten Nicht-Wohngebäude 125 PJ (34,9 TWh) beträgt.

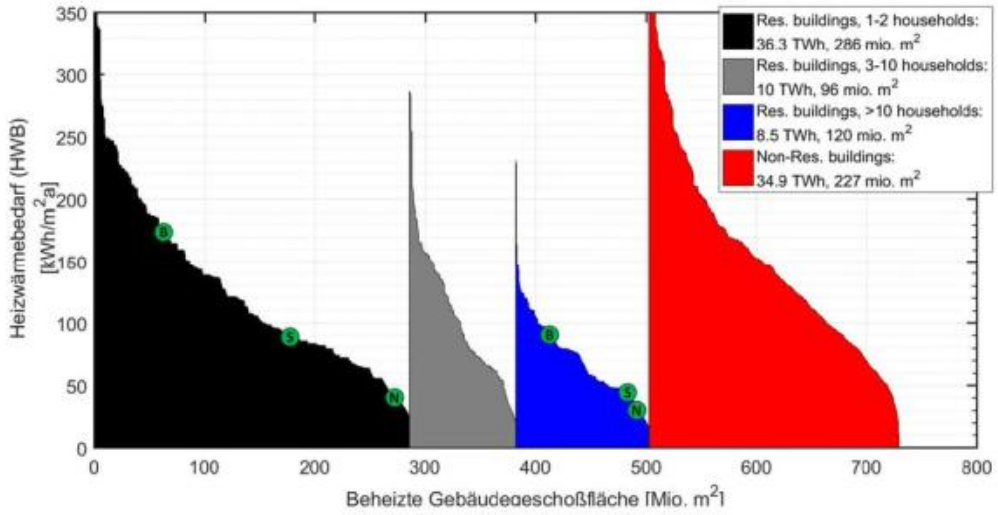


Abbildung 18: Gebäudebestand in Österreich, dargestellt als gereihter HWB über der beheizten Gebäudefläche in den Kategorien Einfamilienhäusern, kleine und größere Mehrfamilienhäuser sowie Nichtwohngebäuden. „B“ bezeichnet die Referenzgebäude im unsanierten Bestand, „S“ jene für sanierte Gebäude, „N“ jene im Neubau; Quelle TU Wien, Energy Econcomics Group (2017)

Während im Jahr 1990 der Energieverbrauch für Raumwärme, Warmwasser und Strom noch bei 231 kWh/m²u.a. lag, konnte dieser Wert bis zum Jahr 2015 auf 176 kWh/m²u.a. reduziert werden. Diese Entwicklung ist auf die Sanierung von bestehenden Gebäuden (Sanierungsrate ca. 1 % pro Jahr, Sanierungstiefe unbekannt), die bessere Effizienz neuer Gebäude sowie den Abbruch von Gebäuden mit schlechter Effizienz zurückzuführen.

Berücksichtigt man jedoch den seit mehr als 20 Jahren verfügbaren Stand der Technik (Passivhaustechnologie) mit einem Energieverbrauch von unter 20 kWh/m² u. a (sowohl im Bereich Neubau als auch in sanierten Gebäuden erreichbar), sieht man, welch enormes Einsparpotential im Bereich der Gebäude (Haushalte und Dienstleistung) noch vorhanden ist.

Klima- und Energieplan Gebäude – Eckpunkte

Im Gebäudesektor wurden im Jahr 2016 ca. 8 Mio. Tonnen CO_2 emittiert. Diese geringe Menge darf nicht darüber hinwegtäuschen, dass alleine für Raumwärme und Klimatisierung (Wohngebäude und Nicht-Wohngebäude) nahezu 300 PJ an Energie verbraucht wurde. Der Grund für den niedrigen THG-Ausstoß liegt einerseits am hohen Anteil an Erneuerbaren (insbesondere Biomasse) im Heizungsbereich, andererseits an der Zurechnung der THG-Emissionen bei Fernwärme bzw. Strom zum Sektor Energie und Industrie.

Entscheidend für die Reduktion des hohen Energieverbrauchs in diesem Bereich ist, dass im Neubau der Stand der Technik (Passivhausstandard) eingesetzt wird, und die bestehenden Gebäude rasch und umfangreich saniert werden (5 % Sanierungsrate mit Sanierungstiefe auf Niedrig-Energiehaus-Standard). Als dritter Punkt erscheint der Umstieg auf Erneuerbare für die Bereitstellung der erforderlichen Wärme als unumgänglich.

Wohngebäude
Diese Gebäudekategorie umfasst rund 2,06 Mio. Wohngebäude und 4,59 Mio. Wohnungen mit rund 500 Mio. m² beheizter Fläche in Österreich.

1. Jährlich kommen 40.000 Wohneinheiten mit je 100 m² dazu! Der Neubau wird mit max. 20 kWh/m² u. a gem. EU-RL errichtet.
2. Der Altbestand wird mit einer Sanierungsrate von 5 % auf eine Sanierungstiefe von 45 kWh/m² u. a saniert. 2040 ist Bestand weitestgehend saniert!

Gesamtbestand bis 2050 (Neubau ab 2020 mit 20 kWh/m² u.a / Sanierung auf 45 kWh/m² u a) ergibt im Wohnbereich einen Heizwärmebedarf von ca. 30 kWh/m² u. a, d.h. der Energiebedarf reduziert sich fast auf 1/3.

Sonstige Gebäude
Diese Gebäudekategorie umfasst aktuell 227 Mio. m² beheizte Fläche; jährlich kommen rund 2 Mio. m² dazu. Der (Heiz-)Wärmebedarf wird in dieser Kategorie bis dato nicht geregelt.

3. HWB im Neubau max. 30 kWh/m² u. a!!
4. Die Sanierungsrate wird wie im Wohnbereich mit 5 % angenommen. Die Sanierungstiefe liegt allerdings bei ca. 60 kWh/m² u. a; 2040 ist Bestand saniert!

Dadurch reduziert sich der HWB ebenfalls um ca. 4 % jährlich und sinkt bis 2050 auf die Hälfte!!

Wärmebereitstellung im Gebäudesektor

5. Ab 2020 werden für die Wärmebereitstellung aller Gebäude keine fossilen Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen mehr zugelassen!

Der Anteil der fossilen Energieträger geht bis 2040 im Gebäudesektor auf nahezu 0! Aufgrund umfassender Sanierung aller beheizten Gebäude und strenger Anforderungen im Neubau kann ab 2040 der Wärmebedarf jedenfalls zu 100 % aus Erneuerbaren gedeckt werden!

THG-Emissionen im Gebäudesektor bis 2050

Bei Einhaltung dieses o.a. Reduktionspfades für den Gebäudesektor und der in weiterer Folge aufgelisteten Maßnahmen (in Form von Aufgaben) können bis 2050 die kumulierten THG Emission für den Bereich Wärme auf etwa 80 Mio. t CO_2 begrenzt werden (wobei ab 2040 dieser Sektor THG-neutral mit Energie versorgt wird).

Ein positiver Effekt bei Umsetzung der Maßnahmen wird darin gesehen, dass durch den wesentlich reduzierten Wärmeverbrauch der nicht mehr benötigte Anteil an Erneuerbaren für industrielle Zwecke und für die Stromproduktion verfügbar wird.

Die maximalen jährlichen THG-Emissionen für den Sektor Gebäude liegen 2050 bei Null.

Zukünftiger Energieverbrauch im Sektor Gebäude

Werden die nachfolgend angeführten Maßnahmen konsequent umgesetzt (unter Berücksichtigung des zugehörigen Umsetzungszeitrahmens) wird sich der End-Energieverbrauch im Sektor Gebäude wesentlich reduzieren. Eine Reduktion im Raumwärmebereich (alle beheizten Gebäude) um 1/3 bis zum Jahr 2030 und um 2/3 bis zum Jahr 2040.

Die Energieeinsparung für Raumwärme beträgt 2050 bis zu 200 PJ, gemessen am End-Energieverbrauch (Basisjahr 2016).

Je mehr Wärme im Gebäudesektor eingespart wird, umso mehr Erneuerbare Energie steht für industrielle Zwecke und für die Stromerzeugung in KWK-Anlagen zur Verfügung.

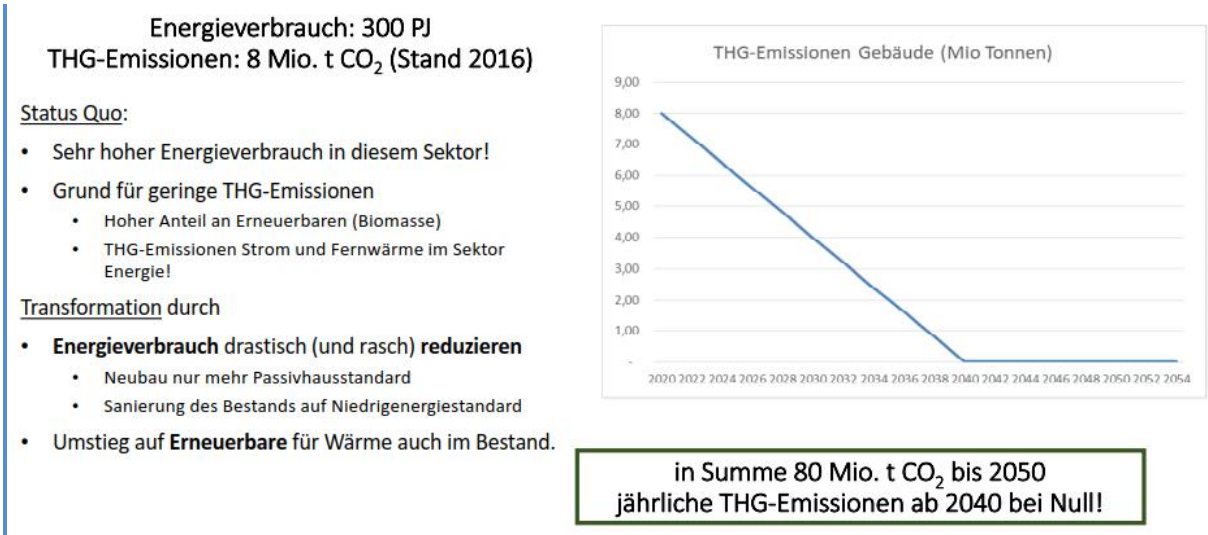


Abbildung 19: die wesentlichen Eckpunkte des Klima- und Energiefahrplans für den Sektor Gebäude; eigene Darstellung (2018)

Maßnahmenbündel - Gebäude

*Gebäude **1** – Neubau nur mehr in Passivhausqualität (ab sofort):*

Im Bereich Neubau dürfen ab 2021 entsprechend der EU-Richtlinie (Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden)[10] nur mehr Gebäude mit einem Energieverbrauch der nahezu bei null liegt, errichtet werden. Eine Förderung (Neubau betreffend) soll bevorzugt nur mehr für mehrgeschossige Wohnbauten in zentraler Lage mit guter Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel, für vornehmlich Null- bzw. Plusenergiehäuser (Passivhausstandard z.B. in Kombination mit Photovoltaik) gewährt werden. Die Errichtung von Neubauten (insbesondere Einfamilienhäuser) auf der grünen Wiese, abseits von Ortszentren, ist durch Nichtförderung zu unterbinden.

*Gebäude **2** – Sanierung mit einer jährlichen Sanierungsrate von **5 %** und einer Sanierungstiefe von max. 40 kWh/m² u. **a** (ab sofort und bis 2040 abgeschlossen):*

Als politisches Ziel soll die 5 % Sanierungsrate gemäß Klimaschutzstrategie 2007 dienen. Als thermisches Sanierungsziel (Sanierungstiefe) sollte ebenfalls als Richtwert die RL 2010/31/EU herangezogen (Niedrigstenergiegebäude, entspricht einem Heizwärmebedarf von ca. 40 kWh/m²u.a). Damit verbunden wäre eine Reduktion des Raumwärmeverbrauches bis zum Jahr 2030 um 80 %[11].

[10] Neu errichtete Gebäude müssen ab 2021 (behördlich genutzte Gebäude ab 2019) entsprechend der RL 2010/31/EU (Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden) den Standard „Niedrigstenergiegebäude“ erfüllen, d.h. der Energiebedarf soll „fast bei Null“ liegen.

[11] Damit verbunden ist eine CO_2-Reduktion von 10 bis 12 Mio. Tonnen, da für Raumwärme nicht mehr benötigte biogene Brennstoffe für andere Zwecke wie Industrie zur Verfügung stehen!

Da eine umfassende Sanierung eines Gebäudes sehr komplex, zeitaufwendig und kostenintensiv ist, wir die Erstellung eines individuellen Sanierungsfahrplans für jedes Gebäude notwendig sein. Dieser Fahrplan dient als Basis für die Förderung.

*Gebäude **3** – Wärmewende im Gebäudesektor durch Umstellung auf Erneuerbare (ab 2020 keine neuen fossilen Heizungsanlagen, ab 2040 ist der Betrieb solcher Heizungen verboten):*
Im städtischen Bereich steht bereits jetzt ein gut ausgebautes Fernwärmenetz zur Verfügung. Zukünftig soll vermehrt Abwärme aus Industrie und produzierenden Betrieben einbezogen werden. Damit das urbane Fernwärmenetz nachhaltig und ausschließlich mit Erneuerbaren betrieben werden kann, sind die derzeitigen Erzeugungsstrukturen zusätzlich durch großflächige solarthermischen Anlagen, vorhandene KWK-Biomasseheizanlagen und GuD-Spitzenkraftwerke, welche synthetisch hergestelltes Gas (Power to X-Technologie) verwenden, zu ergänzen.

Im ländlichen und ländlich urbanen Raum (ohne Fernwärmenetz) sollen zukünftig verstärkt Wärmepumpen, ergänzt mit solarthermischen Einzelanlagen, zum Einsatz gelangen. Biomassefeuerungsanlagen in Form von Klein-KWK-Anlagen (Mikro- und Mini-Blockheizkraftwerke) können zusätzlich für eine sichere Stromversorgung auch im Winter beitragen.

Die Reduktion des Warmwasserverbrauchs durch wassersparende Armaturen, das Absenken der Warmwassertemperatur auf bsp.weise 50 °C und die Verteilung mittels hocheffizienter Umwälzpumpen bringen auf einfache Weise ein sehr hohes Einsparpotential. Idealerweise wird das benötigte Warmwasser – sofern keine Fern- oder Nahwärme zur Verfügung steht – mittels Solarthermie oder Wärmepumpe bereitgestellt.

*Gebäude **4** – Verwendung nachwachsender Rohstoffe im Bauwesen (ab sofort):*
2004 wurden in Österreich ca. 4,54 Mio. m³ Dämmstoffe (inkl. Importe) im Wohnbau verwendet. Der Anteil von Mineralwolledämmstoffen beträgt 56 %, jener von Schaumstoffen 39,6 %. Im Bauwesen gibt es bereits eine Vielzahl an funktionalen Lösungen auf Basis nachwachsender Rohstoffe. NAWARO´s verfügen über ein hohes Verbreitungspotenzial aufgrund der enormen Massenflüsse. Durch Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen im Bausektor können erhebliche Mengen an CO_2 aus der Atmosphäre gebunden werden.

Wandkonstruktion	**kg $CO_{2\text{-eq}}$/Haus**
Strohballenbau	- 8137,5
Referenzsystem 1 (Ziegel und Steinwolle)	7765,2
Referenzsystem 2 (Ziegel und EPS)	8122,05

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen je Wandkonstruktion und Haus; Quelle: nawaro aktiv Studie zur Treibhausgasrelevanz der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen (2007)

Mit dem S-HOUSE wird das „Faktor 10"-Konzept im Baubereich umgesetzt und den Kriterien nachhaltigen Bauens entsprochen. Die Reduktion des Energieverbrauchs auf ein Zehntel im Vergleich zum heutigen Stand der Technik wird durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Recyclingmaterialen unter Berücksichtigung der Passivhaustechnologie erreicht.

In Wien entsteht das welthöchste Holzhaus, das "HoHo Wien". Das Energiekonzept umfasst unter anderem Aufzüge mit Energierückgewinnung, Photovoltaik-Anlagen, Luft-Wasser-Kollektoren für den

Pool, Fundamentabsorber sowie ein dezentrales Lüftungssystem mit Konditionierung. Eine intelligente Gebäudetechnik verringert die Betriebskosten weiter. Das Gebäude bietet rund 20.000 Quadratmeter Nutzfläche, der Holzbauanteil liegt ab dem Erdgeschoß bei rund 75 Prozent. Die Holzbauweise spart gegenüber der ausschließlichen Ausführung in Stahlbeton insgesamt rund 2.800 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente ein und schließt damit nahtlos an die intelligente Baulogistik vor Ort an

*Gebäude **5** – Energieeinsparung im Bereich Warmwasseraufbereitung (ab sofort):*

Die Reduktion des Warmwasserverbrauchs durch wassersparende Armaturen, das Absenken der Warmwassertemperatur auf bsp.weise 50 °C und die Verteilung mittels hocheffizienter Umwälzpumpen bringen auf einfache Weise ein sehr hohes Einsparpotential. Idealerweise wird das benötigte Warmwasser – sofern keine Fern- oder Nahwärme zur Verfügung steht – mittels Solarthermie oder Wärmepumpe bereitgestellt.

*Gebäude **6** – Finanzierung der Sanierungsoffensive und Umstellung der Heizungsanlagen, sowie Ausbildung der dafür erforderlichen Fachkräfte (ab sofort):*

Laut e-control (Grünbuch Energieeffizienz) bedarf es in Österreich je 1 % zusätzlicher Sanierungsrate rund 500 Mio. € an zusätzlicher Fördermittel. Das bedeutet, dass jährlich 2,5 Mrd. € für die Sanierung von Altbauten – die nächsten 20 Jahre - aufgewendet werden müssen (Ziel 5% Sanierungsrate und Sanierungstiefe auf Niveau Niedrigstenergiegebäude).

Dazu sind die Wohnbaufördermittel (inkl. Rückflüsse) zweckgebunden heranzuziehen und zusätzlich die Mittel vom Neubau zur energetischen Sanierung umzuschichten. Zusätzlich ist die Steuerabgabe (MÖSt) von Heizöl an jene des Benzins anzupassen. Auch wird in Zukunft die Einhebung einer Umweltabgabe (CO_2-Steuer) im Gebäudesektor für die Verwendung aller fossilen Brennstoffe unumgänglich sein, damit ausreichend finanzielle Mittel für die Sanierung bereitgestellt werden können.

Die Abwicklung hat durch eine zentrale Förderstelle zu erfolgen (Bundes-, Länder- und teilweise auch Gemeindeförderungen), wobei eine bundesweite einheitliche Regelung für die Wohnbauförderung (a la OIB-Richtlinie im Baurecht) anzustreben ist.

Die Arbeitsfachkräfte auf dem Sanierungsmarkt (u.a. Stuckateure, Fensterbauer, Dachdecker, Installateure, usw.) sind für das steigende Volumen an notwendiger Sanierungsarbeit in Menge und erforderlicher Qualität durch eine politisch unterstützte Ausbildungsoffensive sicherzustellen.

Reduktionspfad der THG-Emissionen im Verkehrssektor

Ausgangslage

Verkehr dient der Erfüllung von zwei wesentlichen Grundanforderungen:

- Der Sicherung der individuellen Mobilität (Personenverkehr) und
- Der Verteilung von Gütern (Gütertransport).

In der Vergangenheit mündeten Verkehrsplanungen allerdings überwiegend in Maßnahmen zur Verbesserung der Auto-Mobilität und einer autogerechten Auslegung der Siedlungs- und Versorgungsstruktur, mit fatalen Folgen für die Raumstruktur.

Dies hat dazu geführt, dass der THG-Ausstoß des Verkehrs seit 1990 von rund 14 Mio.t bis 2016[12] auf 23 Mio. t CO_2, also um 66 % zugenommen hat. Betrachtet man die THG-Emissionen, welche unter das Klimaschutzgesetz fallen (außerhalb des Emissionshandelssystems), nimmt der Verkehr rund 45 % aller Emissionen ein. Der Verkehr zeichnet für 29 % aller THG-Emissionen in Österreich verantwortlich und für 35 % des End-Energieverbrauchs. Die Mobilität von Menschen und der Transport von Gütern benötigen mehr als vier Fünftel des gesamten österreichischen Erdölverbrauchs!

Für eine Dekarbonisierung des Verkehrs muss der Individualverkehr mit dem Auto massiv eingeschränkt, im Gegenzug der öffentliche Verkehr sowie der Fuß- und Radverkehr massiv ausgebaut werden. Für eine Dekarbonisierung des Verkehrs muss der Güterverkehr mit dem LKW massiv eingeschränkt werden, im Gegenzug sind die Güter vermehrt auf Schiene und Wasser zu verfrachten. Der Transitverkehr stellt für die Ö. THG-Bilanz und für die betroffene Bevölkerung ein großes Problem dar. Der nicht vermeidbare LKW-Verkehr ist langfristig auf THG-neutrale Energie (E-Antrieb durch Oberleitung und Batterie) umzustellen.

[12] Berücksichtigt man zusätzlich den Flugverkehr und die Landwirtschaftliche Traktion zeichnet der Verkehr für 25,9 Mio. t CO_2 verantwortlich.

Klima- und Energieplan Verkehr – Eckpunkte

Der Verkehr ist mit 25,9 Mio. Tonnen[13] für nahezu 1/3 aller THG-Emissionen in Österreich (bzw. 45 % aller Emissionen nach KSG, wo nur 23 Mio. t berücksichtigt sind) und für 35 % des End-Energieverbrauchs, das sind nahezu 400 PJ, verantwortlich. Die Mobilität von Menschen und der Transport von Gütern benötigen mehr als vier Fünftel des gesamten österreichischen Erdölverbrauchs! 2016 wurden rund 10 Milliarden Liter Kraftstoff verbraucht –2,1 Milliarden Liter Benzin und 7,9 Milliarden Liter Diesel. Im Verkehrssektor muss rasch und umfassend gehandelt werden!

Der Kraftstoffexport muss massiv reduziert werden (Reduktion der THG ohne jegliche inländische Einschränkung im Ausmaß von 5 Mio. Tonnen möglich). Weitere Maßnahmen sind zu setzen, um den Dieselverbrauch um 400 Mio. l und den Benzinverbrauch um ca. 100 Mio. l jährlich zu reduzieren.

Im konkreten stellt sich der Transformationspfad im Sektor Verkehr wie folgt dar:

1. Der Dieselverbrauch reduziert sich jährlich um 400 Mio. l (= - 12.500 TJ).
2. Der Benzinverbrauch reduziert sich jährlich um 100 Mio. l (=- 3.150 TJ).
3. Für Gas und Flugbenzin wird angenommen, dass bis 2035 der Verbrauch konstant bleibt und bis 2050 auf 0 reduziert.
   • Gasverbrauch reduziert sich ab 2035 jährlich um - 700 TJ.
   • Flugbenzin reduziert sich ab 2035 jährlich um - 2.100 TJ.
4. Der Verbrauch an Biotreibstoffen wird konstant gehalten, wobei die THG-Emissionen der Biotreibstoffe zu berücksichtigen sind (35 Tonnen je TJ, 2030 bis 2040 werden 20 Tonnen je TJ, 2040 bis 2050 werden 10 Tonnen je TJ angenommen).
5. Generelle Annahme für den Ersatz von Fossilen durch Strom: 3 TWh Fossile werden durch jeweils 1 TWh Strom ersetzt! (Verbrennungsmotor mit 30% Wirkungsgrad und E-Motor mit 90% Wirkungsgrad).

Der Stromverbrauch im Sektor Verkehr wird stark ansteigen! Bis 2040 wird vor allem Diesel und Benzin durch Strom ersetzt. Ab 2035 bis 2050 wird auch Gas und Flugbenzin zu ersetzen sein. Nach 2050 sind alle fossile im Verkehrssektor elektrifiziert bzw. die nicht elektrifizierbaren Antriebe basieren auf biogene Treibstoffe.

THG-Emissionen im Verkehrssektor bis 2050

Bei Einhaltung dieses Reduktionspfades für den Sektor Verkehr und der in weiterer Folge aufgelisteten Maßnahmen (in Form von Aufgaben) können bis 2050 die kumulierten THG Emission für den Bereich Verkehr auf etwa 300 bis 350 Mio. t CO_2 begrenzt werden.

Die aus der Stromproduktion verursachten THG-Emissionen werden nicht mehr dem Verkehrssektor zugeordnet, bilden aufgrund der Umstellung auf E-Antriebe zusehends ab 2035 die Hauptemissionsquelle. Die max. jährlichen THG-Emissionen für den Sektor Verkehr liegen 2050 bei Null.

[13] 23 Mio t nach dem Klimaschutzgesetz + zusätzliche 2,1 Mio t aus Flugbenzin davon nur 0,2 Mio t im KSG berücksichtigt + 0,8 Mio t aus der landwirtschaftlichen Traktion

Zukünftiger Energieverbrauch im Sektor Verkehr

Werden die nachfolgend angeführten Maßnahmen konsequent umgesetzt (unter Berücksichtigung des zugehörigen Umsetzungszeitrahmens) wird sich der End-Energieverbrauch im Sektor Verkehr wesentlich reduzieren. Eine Reduktion im Sektor Verkehr (Personenverkehr und Gütertransport) um 1/4 bis zum Jahr 2030 und um die Hälfte bis zum Jahr 2040 ist erreichbar.

Die Energieeinsparung bis 2050 für Verkehr beträgt bis zu 250 PJ, gemessen am End-Energieverbrauch (Basisjahr 2016).

Während fossile Energieträger auch im Verkehrssektor verschwinden, wird der Stromverbrauch im Sektor Verkehr stark ansteigen! Je mehr elektrische Energie im Verkehrssektor verbraucht wird, umso weniger (Erneuerbare Energie) steht für die industrielle Zwecke und andere Bereiche zur Verfügung.

Klima- und Energieplan für Verkehr

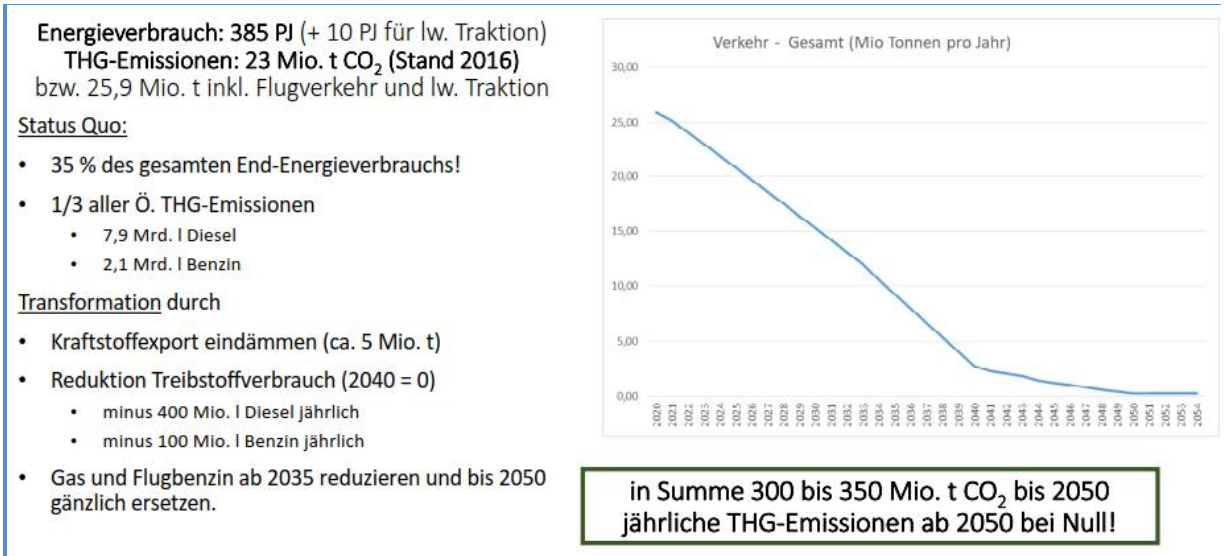


Abbildung 20: die wesentlichen Eckpunkte des Klima- und Energiefahrplans für den Sektor Verkehr; eigene Darstellung (2018)

Maßnahmenbündel – Verkehr

- Personenverkehr

*Verkehr **1** - Einschränkung des Autos in der Stadt (ab sofort):*

Autofreie Zonen für neue Stadtentwicklungszonen und städtebauliche Projekte. Die Festlegung von Umweltzonen erfolgt unter dem Aspekt der Verbesserung der Lärmsituation und der Luftqualität unter Ausnutzung der Lenkungseffekte vom motorisierten Individualverkehr hin zum öffentlichen Ver-

kehr und zu nicht-motorisierten Verkehrsformen. Zusätzlich minimiert die Reduktion der Geschwindigkeit die Umweltbelastung, und erhöht zugleich die Verkehrssicherheit. Eine effiziente und flächendeckende Parkraumbewirtschaftung durch Streichung von Parkplätzen und einer empfindlichen Erhöhung der Parkgebühren soll den Anreiz der Verwendung des Autos minimieren.

*Verkehr **2** - Attraktivierung des öffentlichen Verkehrs und Umstellung auf Erneuerbare Energie (ab sofort + Transformation des ÖPNV bis 2040 abgeschlossen):*

Ausbau des schienengebundenen Grundnetzes in OÖ sowie Beschleunigung und Elektrifizierung der Mühlkreisbahn, Mattigtalbahn, und Schnellverbindung zwischen Braunau und Linz. Errichtung von S-Bahnen bis Gallneukirchen, St. Florian und Attraktivierung der Sumerauer Bahn und der Kremstalbahn. Zusätzlich wird im Stadtbereich von Linz eine zweite Straßenbahnachse parallel zur Landstraße benötigt!

Die Organisation (Errichtung und Betrieb) und die Förderung (Bund / Länder / Gemeinden) sind bundesweit zu vereinheitlichen.

Ausbau separater Busspuren[14] – auch für den regionalen Verkehr – ist zur Entkoppelung des ÖPNV vom Stau unbedingt erforderlich. Die Busflotte selbst ist rasch an den Stand der Technik heranzuführen: Niederflureinstiege, Kapazitätserhöhung (Doppelgelenkbus), stärkere Beschleunigung und höhere Geschwindigkeit, leisere und umweltfreundlichere Motoren, alternative Antriebe (E-Antrieb mittels Oberleitung und Batterie)

Errichtung und Ausbau regionaler und lokaler Verkehrsdrehscheiben und Park & Ride-Anlagen hin zu zentralen Knotenpunkten. Die Vertaktung der (Schnell-)Busse und der Bahnlinien und die Verknüpfungen zwischen den unterschiedlichen Verkehrsträgern (Auto, öffentlicher Verkehr, Rad, Fußverkehr) sind zu stärken.

90% aller Wege sind kürzer als 5 km. Der Umstieg auf den Umweltverbund muss vor allem für diese Distanzen erfolgen.[15] Voraussetzung ist, dass Mobilität im städtischen und suburbanen Bereich grundlegend neu gedacht und alle Bereiche, von der Organisation von Arbeits- und Produktionsabläufen, von Bildungsangeboten, bis hin zu Freizeitangeboten, Einkauf und private Erledigungen (Ämter, öffentliche Stellen, öffentliche Serviceeinrichtungen) auch aus Sicht der Mobilität und Erreichbarkeit gedacht werden. Aspekte energieeffizienter Erreichbarkeit und sozial gerechter Mobilität müssen für die Einrichtung von Arbeits-, Freizeit- und Versorgungsstätten Genehmigungsvoraussetzung werden. [16]

*Verkehr **3** – Stärkung des Radverkehrs (ab sofort):*

Radfahren ist nicht nur gesund, sondern eine sehr günstige Art sich fortzubewegen. Darüber hinaus werden bei dieser Art der Fortbewegung keinerlei Treibhausgase emittiert.

---

[14] Vgl dazu Studie *Großraum Linz, Regionalbuskorridor Linz Nord-West* erstellt im Auftrag der Oö. Umweltanwaltschaft: www.ooe-umweltanwaltschaft.at/Mediendateien/BuskorridorLinz.pdf

[15] (Vgl. dazu: EU-DG Energy and Transport (2002): Citizens´network Benchmarking Initiative – Results of common indicators; statistical indicators on local and regional passanger transport in 40 European cities and regions, Feb. 2002).

[16] Eine Anpassung der Flächenwidmung und des Verkehrsaufschließungsbeitrages für Liegenschaften, sowie eine Einbeziehung von Fragen der sozialen und ökologisch nachhaltigen Mobilität und Erreichbarkeit im Baugenehmigungsverfahren ist ein zu überlegender Weg der konkreten und anteiligen Umsetzung der Ziele der Verbesserung der Energieeffizienz, des Klimaschutzes und des Immissionsschutzes.

Die mit dem Fahrrad in OÖ zurückgelegten Wege haben in den letzten 20 Jahren deutlich abgenommen. Der Radverkehrsanteil liegt in OÖ (Stand 2012) bei rund 5 %. Das zeigt deutlich, dass vor allem für den Alltags-Radverkehr großer Nachholbedarf am Ausbau der Infrastruktur besteht.

Damit das Fahrrad für eine breitere Masse eine attraktive Alternative für das Auto darstellt, müssen sichere und möglichst direkte Verbindungen zwischen Stadtteilen, Ortsteilen und Gemeinden zur Verfügung gestellt werden. Für OÖ wurde zur Erfüllung dieser Zwecke das Landesradverkehrskonzept erstellt. Die darin festgelegten Radhauptrouten sind rasch umzusetzen. Zusätzlich braucht es in der Landeshauptstadt Linz eine Attraktivierung des Radnetzes als innerstädtische Fortführung der Radhauptrouten. Der tägliche Kampf auf der Landstraße zwischen Straßenbahn, Radfahrer und Fußgänger sei hier als Negativbeispiel erwähnt.

Der Ausbau von Begegnungszonen (Beispiel Herrenstraße und Klosterstraße in Linz), aber auch die Mitverwendung von Busspuren, und das gesicherte Fahren gegen die Einbahn können kostengünstig und rasch zur Attraktivierung des Radverkehrs in der Stadt führen.

Bike&Ride Anlagen: Außerhalb der größeren Städte muss an allen Zug- und Bushaltestellen eine ausreichende Anzahl an Abstellmöglichkeiten für Fahrräder zur Verfügung gestellt werden.

Die erforderlichen Mindeststandards an Infrastruktureinrichtungen (Radverkehrsflächen, Abstellanlagen, etc.) sind von der öffentlichen Hand rasch herzustellen. Diese Einrichtungen dienen als Grundvoraussetzung dafür, dass der Anteil des Radverkehrs erheblich gesteigert werden kann. Immer mehr Radfahrer benützen auch E-Bikes, vor allem für diese Gruppe sind Schließfachboxen und ein E-Ladeanschluss von großer Bedeutung.

*Verkehr **4** – Alternative Antriebssysteme (Umstellung der gesamten Pkw-Flotte auf E-Mobilität bis 2040, keine neuen Verbrennungsmotoren für Pkws ab 2025):*

Aufgrund des hohen Wirkungsgrades eines E-Motors gegenüber eines Verbrennungsmotors bringt diese Technologie die besten Voraussetzungen den Verkehr treibhausgasärmer zu gestalten[17]. Je mehr Strom direkt in Form von Oberleitungen bzw. Batterien im Verkehr eingesetzt wird, desto effizienter verhält sich der Sektor Verkehr (die Umwandlung von Strom zu Power to X für Verbrennungsmotoren ist mit sehr hohen Verlusten verbunden). Die elektrische Energie zum Betrieb einer solchen Fahrzeugflotte muss ausschließlich aus Erneuerbarer Energie bereitgestellt werden.

Es wäre jedoch ein großer Irrtum, wenn man erhofft, dass der hohe Energieverbrauch für Verkehr bei Fortschreibung des Status Quo allein mittels E-Mobilität in den Griff zu bekommen wäre!

[17] Folgende Gesamtwirkungsgrade werden in der Literatur für den Ersatz der konventionellen und der Biokraftstoffe Power to X (PtG/PtL) verwendet (vorausgesetzt der verwendete Strom wird ausschließlich aus Erneuerbaren Energieformen gewonnen:

- PtL: 35 %
- PtG-CH4: 41 %
- PtG-H2: 59 %
- Strom Oberleitung/Batterie: 89 %

*Verkehr **5** - Begleitende (fiskalische) Anreize in der Personenmobilität wie Gratisticket im ÖV (ab sofort):*

Mobilität ist Teil der Grundsicherung. Sie ermöglicht die Erfüllung von Grundbedürfnissen wie Arbeit, Ernährung, Wohnen, Ver- und Entsorgung, Kommunikation und Erholung.
Der freie bzw. sehr kostengünstige Zugang[18] zu den ÖV ist mittels Änderungen im Steuerbereich finanzierbar und dient als ökonomischer Anreiz, weg vom motorisierten Individualverkehr:

- Einführung einer km-abhängigen und flächendeckenden Maut auf allen Straßen, in Abhängigkeit der Emissionsklasse des Kfz (Entgegnung des Ausweichverkehrs),
- Streichung der Pendlerpauschale,
- geringere Kfz-Steuer für Wenigfahrer,
- Strafsteuer für Fahrzeuge mit erhöhtem CO_2-Ausstoß
- Einhebung verursachter externer Kosten durch geeignete Steuerinstrumente[19] (flächendeckende Maut, Besteuerung des Flugbenzins, Aufhebung Dieselprivileg, Anhebung der Mineralölsteuer, CO_2-Steuer, in der Umsetzung einer ökologisch und sozial orientieren Steuerreform).

- Güterverkehr

Güterverkehr ist eine Begleiterscheinung unserer arbeitsteiligen, globalisierten Wirtschaftsweise und unserer Konsumgewohnheiten. Importe und Exporte erzeugen Verkehr; auch die selbstverständliche Verfügbarkeit einer Fülle von Konsumgütern wäre ohne Transport nicht möglich. Österreich ist zudem ein bedeutendes Transitland mit dem höchsten Gütertransport über die Alpen. Alle Prognosen gehen davon aus, dass der Güterverkehr auf absehbare Zeit weiter steigen wird.

Die österreichischen Straßengüterunternehmen sind für mehr als zwei Drittel des Transportaufkommens verantwortlich. Daneben ist auch die Schiene von großer Bedeutung. Die Schifffahrt und insbesondere der Luftverkehr spielen mengenmäßig im Gütertransport eine untergeordnete Rolle.

Seit 1990 hat sich die im Inland zurückgelegte Tonnage von 33,8 auf 71,3 Mrd. Tonnen km erhöht. Gleichzeitig hat sich der Anteil des Straßenverkehrs der im Inland zurückgelegten Tonnenkilometer von 66 % (1990) auf 71 % (2015) erhöht. Darüber hinaus wirkt der billige Treibstoff ebenso auf die Inlandsbilanz, auch wenn dieser unter dem Titel Kraftstoffexport geführt wird. Der Schwerverkehr ist für mehr als 93 % der Kraftstoffexporte verantwortlich. Diese Umstände haben dazu geführt, dass die THG-Emissionen im Bereich Güterverkehr seit 1990 um + 128 % gestiegen sind.

Der Transit über die Alpen auf Österreichs Straßen ist ein massives (Umwelt-)Problem. 2016 waren über die österreichischen Alpenpässe rund 6,4 Millionen Lkw unterwegs. Damit wird der (Höchst-)Wert aus dem Jahr 2007/2008 wieder erreicht. Berücksichtigt man alle in Österreich verkehrenden Unternehmen beträgt der Transit über die Alpen auf Österreichs Straßen rund 70 Mio. Tonnen (Stand

[18] Angesichts des hohen finanziellen Aufwands bei der Etablierung, im Betrieb, bei der Kontrolle und bei der Adaptierung von Fahrkarten- und Fahrpreissystemen und angesichts der – im Vergleich zu den Errichtungs- und Betriebskosten – geringen Einnahmen durch den Fahrkartenverkauf, wäre ein freier Zugang zum ÖV für alle durchzukalkulieren und auf Basis einer Gesamtrechnung eine Entscheidung darüber zu fällen. Alternativ dazu kann auch ein Freibetrag für den öffentlichen Verkehr für alle Verkehrsteilnehmer zur Verfügung gestellt werden

[19] Kosten die durch Umweltverschmutzung (Lärm und Luft, aber auch getötete Wildtiere), Unfälle oder die Nutzung sonstiger öffentlicher Güter finden sich nicht im Bruttoinlandsprodukt, da diese Schäden werden nicht mit Preisen versehen werden. Volkswirtschaftlich betrachtet haben die negativen Auswirkungen des Verkehrs aber enorme Bedeutung, tauchen aber mitunter nur bei den Gesundheitskosten auf, in Renewability III – Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors (2016).

2009). Der Anteil am alpenquerenden Güterverkehr auf der Schiene stagniert seit Jahren und hält einen Anteil von ca. 30% der querenden Güter. Auf der Schiene werden rund 18 Mio. Tonnen transportiert.

*Verkehr **6** – Gütertransport auf Schiene und Schiff anstatt auf LKW (ab sofort):*

Die reduzierten spezifischen Emissionen[20] bei Bahn und Schiff können die gesamten Emissionen massiv senken. Dabei ist aber auch die Bahn technologisch anzupassen, bestehende Diesel Strecken zu elektrifizieren. In OÖ ist der Ausbau des bestehenden Bahnnetzes voranzutreiben und Nebenbahnen sind zu attraktiveren (vgl. dazu Strecke Neumarkt/Kalham bis Simbach, Summerauer Bahn, Pyhrn Bahn, Mattigtal Bahn uvm.) bzw. wieder in Betrieb zu nehmen.

In OÖ existieren in Linz, Wels und Enns sehr gute Umschlagplätze (Terminalstandorte) für den Gütertransport, welche eine optimale Voraussetzung für die Verlagerung des Gütertransports auf Bahn und Schiff (Intermodalität) bilden.

Abbildung 21: Terminalstandorte in Österreich; Quelle: RH-Bericht Nachhaltiger Güterverkehr – Intermodale Vernetzung (2012).

*Verkehr **7** – effizienter LKW-Transport (Umstellung der gesamten LKW-Flotte auf E-Mobilität bis 2045, keine neuen Verbrennungsmotoren ab 2030):*

Eine (ineffiziente) Möglichkeit ist der Einsatz von Biokraftstoffen, sowohl der ersten (Biodiesel, Bioethanol) als auch der zweiten Generation (Diesel und Benzin aus Abfallstoffen), aber auch der dritten Generation (Power to X). Vielversprechender erscheint die Elektrifizierung auch im Bereich des Gütertransports, wobei Forschung und Praxis die Tauglichkeit bereits unter Beweis stellen. Für Hauptrouten sind Oberleitungen herzustellen, für die letzten km sind Batterien als Energieträger einzusetzen.

*Verkehr **8** - Begleitende (fiskalische) Anreize im Gütertransport zur Eindämmung des Transitverkehrs (ab sofort):*

Abschaffung des Dieselprivilegs bzw. Anpassung der Treibstoffpreise an benachbarte Länder wie Deutschland durch zusätzliche Erhöhung der Mineralölsteuer. Zusätzlich ist der Transitverkehr durch Anhebung der Maut entsprechend der EU-Wegekostenrichtlinie auf ihr Maximum anzuheben. Die

[20] Laut Studie des Umweltbundesamtes Deutschland - Transport Emission Model (2016) – beträgt die THG-Bilanz beim Transport von Gütern bei der Bahn 24 g, dem Schiff 31 g und dem LKW 101 g je tkm (Tonnenkilometer).

Wegekostenrichtlinie erlaubt die Einhebung von externen Kosten für Luftverschmutzung und Lärmbelastung bis zu einer Höhe von maximal 4,4 beziehungsweise 4,24 Cent pro Kilometer.

- Einführung einer km-abhängigen und flächendeckenden Maut auf allen Straßen, in Abhängigkeit der Emissionsklasse des Kfz (Entgegnung des Ausweichverkehrs),
- Strafsteuer für Fahrzeuge mit erhöhtem CO_2-Ausstoß
- Einhebung verursachter externer Kosten durch geeignete Steuerinstrumente[21] (flächendeckende Maut, Besteuerung des Flugbenzins, Aufhebung Dieselprivileg, Anhebung der Mineralölsteuer, CO_2-Steuer, etc. in der Umsetzung einer ökologisch und sozial orientieren Steuerreform).

- Flugverkehr

Beim Verbrennen von Kerosin entstehen klimaschädliche Abgase. Sie bestehen überwiegend aus Wasserdampf, Kohlendioxid und Stickoxiden. Die von Flugzeugen erzeugten Kondensstreifen und Schleierwolken verstärken das Aufheizen unserer Atmosphäre zusätzlich, weil sie die Rückstrahlung der Wärme vom Erdboden in den Weltraum vermindern. Nach Einschätzung des Weltklimarates IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, ein internationaler Ausschuss der UN, dessen Prognosen der EU-Kommission als Argumentationsgrundlage dienen) liegt dieser Faktor (RFI, Radiative Forcing Index) bei 2 - 4. Damit wird die Wirkung aller Treibhausgaskomponenten - nicht nur des CO_2-Anteils - berücksichtigt.

Im Jahre 2005 trugen die weltweiten CO_2-Emissionen des Luftverkehrs zu etwa 1,6 % der Gesamtemissionen bei. Berücksichtigt man zusätzlich die übrigen Klimaeffekte des Luftverkehrs, lag dieser Wert mit etwa 4,9 % sogar dreimal so hoch (Lee et al., 2009). In Anbetracht des für die kommenden Jahre erwarteten kontinuierlichen Wachstums des Luftverkehrs in Höhe von 3 bis 6 % jährlich (vgl. hierzu z. B. Airbus, 2013), erscheint es dringend erforderlich, Maßnahmen zur Begrenzung der gesamten klimarelevanten Emissionen des Luftverkehrs zu ergreifen.

Im Oktober 2016 hat die ICAO beschlossen, dass ab 2020 das Wachstum des internationalen Luftverkehrs weitestgehend keine weitere CO_2-Belastung hervorrufen soll. Grundlage bildet ein CO_2-Kompensationssystem namens CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation).

[21] Kosten die durch Umweltverschmutzung (Lärm und Luft, aber auch getötete Wildtiere), Unfälle oder die Nutzung sonstiger öffentlicher Güter finden sich nicht im Bruttoinlandsprodukt, da diese Schäden werden nicht mit Preisen versehen werden. Volkswirtschaftlich betrachtet haben die negativen Auswirkungen des Verkehrs aber enorme Bedeutung, tauchen aber mitunter nur bei den Gesundheitskosten auf, in Renewability III – Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors (2016).

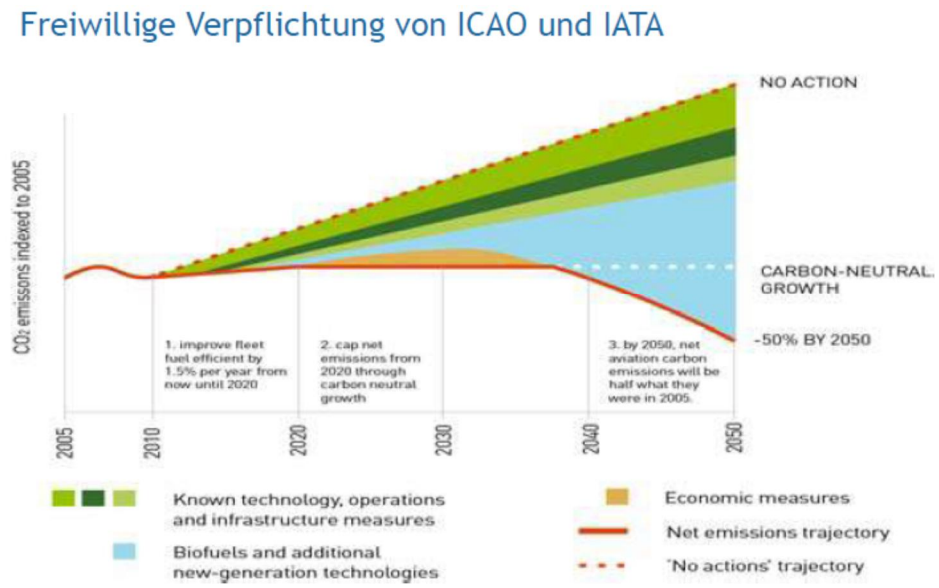


Abbildung 22: Freiwillige Verpflichtung zur Reduktion der THG-Emissionen im Luftverkehr von ICAO und IATA; Quelle: ATAG.org (2013)

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V. hat zum Thema Luftfahrt die Untersuchung „Die Einbeziehung des Luftverkehrs in internationale Klimaschutzprotokolle“ im Zeitraum 2011 - 2015 durchgeführt und kommt zu folgendem Ergebnis:
Die AviClim-Modellierungsergebnisse belegen, dass unter den getroffenen Annahmen das Instrument eines globalen Emissionshandels auf alle klimarelevanten Substanzen mit der Möglichkeit, CO_2-Zertifikate aus anderen Sektoren zu kaufen, den Instrumenten eines NO_X-Entgelts und einer Klimasteuer überlegen ist. Zusätzlich werden bei diesem Instrument ein CO_2-Emissionshandel und operationelle Maßnahmen zur Vermeidung von Kondensstreifen und Zirren eingeführt.

Mit Blick auf die sehr hohen zusätzlichen Vermeidungskosten des Luftverkehrssektors für klimarelevante Emissionen spricht vieles dafür, dass der Luftverkehrssektor höhere Preise für Emissionsrechte zu zahlen bereit sein wird als andere Emittentengruppen. Aufgrund dessen erscheint es plausibel, dass die Zukäufe des Luftverkehrssektors an Emissionsrechten zu zusätzlichen Emissionseinsparungen bei anderen Emittenten führen werden.

*Verkehr **9** - Reduktion des Flugverkehrs in **Ö** durch Umstieg auf die Bahn (ab sofort):*
Die Zunahme des Personenflugverkehrs erklärt sich auch aufgrund der billigen Ticketpreise, welche einerseits dem zunehmenden Wettbewerb der Billigfluglinien geschuldet werden und andererseits auf die NICHT-Einhebung einer Kersoinsteuer, Mehrwertsteuer auf internationale Flüge und auf die Internalisierung der externen Kosten (THG-Emissionen, Luftverschmutzung und Lärmbelästigung) zurückzuführen sind.

Knapp 40 Prozent aller vom Flughafen Wien-Schwechat ausgehenden Flugreisen sind kürzer als 800 Kilometer. Hochgeschwindigkeitszüge in Form von Nachtzügen können Strecken bis zu 2.000 Kilometer innerhalb von zwölf Stunden zurücklegen.

Verkehr 10 - Umstellung des Flugbetriebs auf alternative Antriebssysteme (ab 2035 und 2050 voll umgesetzt):

Ein Umstieg auf eine alternative Antriebstechnologie ist im Flugverkehr genauso unumgänglich wie im Straßenverkehr. Jedoch alleine der deutsche Verbrauch von Kerosin übersteigt das Vierfache der weltweiten Biokraftstoffproduktion (vgl. dazu Deutsches Klima Konsortium, 2014). Da eine zusätzliche Ausweitung der Biokraftstoffproduktion aus vielerlei Gründen abzulehnen ist, stellt sich der von der ICAO vorgeschlagene Weg als nicht umsetzbar heraus.

Die Elektrifizierung wird zur Erreichung der Klimaziele auch in der Luftfahrt unumgänglich sein.

Reduktionspfad der THG-Emissionen im Sektor Energie und Industrie

Ausgangslage

In Österreich wird der Industrie (und dem produzierenden Gewerbe) ein hoher Stellenwert eingeräumt. Nach Ansicht der Umweltanwaltschaft macht es auch keinen Sinn effiziente Industrie- und Gewerbebetriebe durch zu hohe Forderungen aus dem Bereich Klimaschutz zum Abwandern zu bewegen. In diesem Fall sinken zwar die produktbedingten (inländischen) CO_2-Emissionen, im Gegenzug werden mehr Güter importiert, oder anderorts unter Umständen weniger effizient produziert.

Energieversorgung (vor allem die inländische öffentliche Strom- und Wärmeproduktion ist hier subsummiert) und die Industrie (inkl. produzierendes Gewerbe, Handelbetriebe, etc.) sind hauptverantwortlich für den Großteil der THG-Emissionen in Österreich. Dieser Sektor ist im Jahr 2016 mit ca. 35,2 Mio. t CO_2 nahezu für die Hälfte aller in Österreich produzierten Treibhausgase verantwortlich.

Die inländische Stromproduktion (2016 waren dies rund 54.000 GWh mit einer spezif. THG-Emission von 200 g/kWh) verursacht rund 10 Mio. Tonnen CO_2-Emissionen. Wärme für Industrie und andere Prozesse mit ca. 200 PJ verursacht ca. 14 Mio. Tonnen an CO_2-Emissionen (unter der Annahme, dass für 1 TJ an fossiler Energie rund 70 Tonnen CO_2 emittiert werden). Die prozessbedingten industriellen THG-Emissionen ergeben sich unter Berücksichtigung obiger Annahmen in einer Höhe von ca. 11 Mio. Tonnen, wobei auf die chem. Industrie rund 0,8 Mio. Tonnen, auf die mineralverarbeitende rund 2,8 Mio. Tonnen und der Rest, ca. 7 Mio. Tonnen, vor allem auf die Eisen- und Stahlindustrie zurückzuführen ist.

Klima- und Energieplan für den Sektor Energie und Industrie – Eckpunkte

Damit Österreich dem Pariser Klimaabkommen entsprechen kann, muss auch dieser Sektor in den kommenden Jahren (und Jahrzehnten) einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der THG-Emissionen beitragen. Als Positivbeispiel sei hier die Eisen- und Stahlindustrie erwähnt, welche an der Errichtung einer der weltweit größten Elektrolyseanlagen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff arbeitet. Der damit erzeugte *grüne* Wasserstoff soll künftig direkt in das interne Gasnetzwerk eingespeist und damit der Einsatz von Wasserstoff in verschiedenen Prozessstufen der Stahlerzeugung getestet werden.

Damit die für Österreich gemäß Pariser Klimaabkommen ethisch vertretbaren THG-Emissionen eingehalten werden können, stehen dem Sektor Energie und Industrie bis zum Jahr 2050 in Summe maximal 500 Gt CO_2 zur Verfügung. Das entspricht annähernd der Hälfte des gesamten verfügbaren THG-Budgets.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die THG-Emissionen im Sektor Energie und Industrie jährlich um 6 % reduziert werden. Dies kann einerseits durch effizienzsteigernde Maßnahmen gelingen, andererseits durch den vermehrten Einsatz an erneuerbaren Energieträgern zur Strom- und Wärmeerzeugung.

Der Einsatz von Biomasse und Strom aus erneuerbaren Quellen ist für die Zukunft des Sektors Energie und Industrie entscheidend!

THG-Emissionen im Sektor Energie und Industrie bis 2050

Bei Einhaltung dieses o.a. Reduktionspfades für den Sektor Energie und Industrie und der in weiterer Folge aufgelisteten Maßnahmen (in Form von Aufgaben) können bis 2050 die kumulierten THG Emission für diesem Sektor auf max. 500 Mio. t CO_2 begrenzt werden. Die max. jährlichen THG-Emissionen für den Sektor Energie und Industrie liegen 2050 bei 5,0 (bis 8,0) Mio. t CO_2.

Zukünftiger Energieverbrauch im Sektor Energie und Industrie

Werden die nachfolgend angeführten Maßnahmen konsequent umgesetzt (unter Berücksichtigung des zugehörigen Umsetzungszeitrahmens) wird sich der End-Energieverbrauch auch im Sektor Energie und Industrie wesentlich reduzieren. Vor allem werden durch Verbesserung der Effizienz im Bereich der Strom- und Wärmeerzeugung die Verluste wesentlich reduzieren. Eine Reduktion im Sektor Energie und Industrie gemessen am Wärmeverbrauch ist zu erreichen, bis zum Jahr 2030 um 12 % und um bis zum Jahr 2040 um 25 %.

Die Energieeinsparung im Bereich Wärme für den Sektor Energie und Industrie beträgt 2050 bis zu 100 PJ, gemessen am End-Energieverbrauch (Vergleichsbasis 2016). Ein Einsparpotential in diesem Sektor an elektrischer Energie wird aufgrund des Ersatzes von fossiler hin zu elektrischem Energieträger nicht gesehen.

Je mehr erneuerbare Energie (Biogene und Strom) in den anderen Sektoren eingespart wird, desto mehr Energie steht für die industriellen Zwecke und das produzierende Gewerbe zur Verfügung.

Klima- und Energieplan für Energie und Industrie

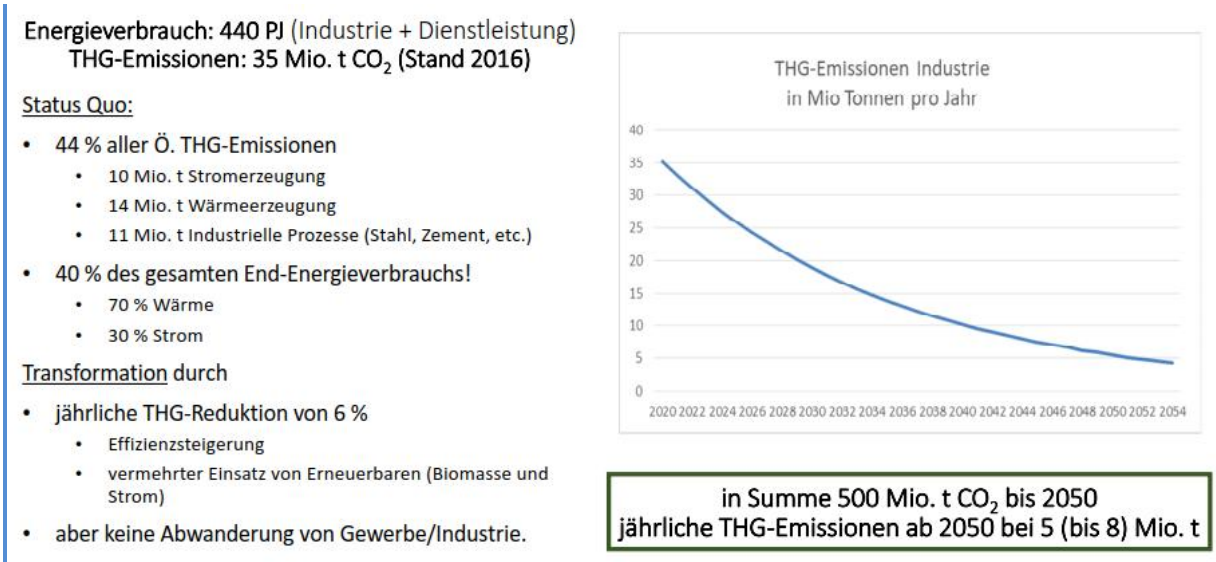


Abbildung 23: die wesentlichen Eckpunkte des Klima- und Energiefahrplans für den Sektor Energie und Industrie; eigene Darstellung (2018)

Maßnahmenbündel – Energieproduktion und Industrie

*Industrie **1** – Umstellung der Fernwärmeproduktion auf Erneuerbare unter Einbeziehung industrieller Abwärme (ab sofort und bis 2035 zur Gänze umgestellt):*

In der öffentlichen Fernwärmeproduktion wird mit Erdgas (in gleichem Anteil wie Biomasse) etwas mehr als 8 TWh Fernwärme erzeugt. Damit liegt der Anteil an fossilen Energieträgern in der Fernwärme bei rund 53 %. Durch vermehrten Einsatz von Biomasse (insbesondere durch Verwendung des anfallenden Schadholzes aufgrund Sturm- und Käferkalamitäten) und großflächiger Solarthermieanlagen sind Fossile im Fernwärmebereich zu ersetzen (unter Berücksichtigung der Effizienzsteigerung im Gebäudesektor).

Aus industriellen Prozessen entstehen große Mengen an ungenutzter Abwärme, allein Oberösterreich besitzt ein Abwärmepotential von rund 1.000 Megawatt. Das entspricht etwa die doppelte Leistung der Linzer Fernwärme bzw. jene eines Reaktorblocks in Temelin. Die anfallende Abwärme sollte primär zur Beheizung / Warmwasserbereitstellung im eigenen Betrieb herangezogen werden bzw. sollte diese in ein öffentliches Nah- bzw. Fernwärmenetz eingespeist werden.

*Industrie **2** – Umstellung der Eisen- und Stahlproduktion auf Erneuerbare (ab 2025 und bis 2050 zur Gänze umgestellt):*

Das Projektkonsortium H2Future, bestehend aus voestalpine, Siemens und VERBUND sowie Austrian Power Grid (APG) und den wissenschaftlichen Partnern K1-MET und ECN, hat von der Europäischen Kommission den Zuschlag für die Errichtung einer der weltweit größten Elektrolyseanlagen zur Erzeugung von grünem Wasserstoff erhalten. Die Anlage wird am Gelände der voestalpine in Linz errichtet

und betrieben. Der erzeugte grüne Wasserstoff wird künftig direkt in das interne Gasnetzwerk eingespeist und damit der Einsatz von Wasserstoff in verschiedenen Prozessstufen der Stahlerzeugung getestet.

*Industrie **3** – Kreislaufwirtschaft durch Verwendung von Recyclingbaustoffen zur Substitution von Zement (ab sofort):*
Das Aufkommen der Bau- und Abbruchabfälle betrug 2015 rd. 10 Mio. t, das entspricht rund 1,16 t je Österreicher, davon wurden rund 8,2 Mio. t einer Verwertungsanlage zugeführt. Tatsächlich wurden rund 4 Mio. t verwertet und 2 Mio. t deponiert. Der Rest (ca. 4 Mio. t) wird nicht von der Abfallwirtschaft erfasst, seine Entsorgung ist unklar, geht aber vermutlich *auf Halde*.

Beurteilt man die 10 Mio. t Bau- und Abbruchmaterialien nach ihrem Eignungspotential als Zuschlagstoffe für die Betonherstellung, werden ca. 7,6 Mio.t als geeignet betrachtet. Ca. 4,4 Mio.t dürften ein hohes Verwertungspotential für die Betonherstellung haben (Straßenaufbruch, Betonabbruch, Gleisschotter), bei Straßenaufbruch und Gleisschotter wohl mit erheblichen Abschlägen. Zusätzliche Mengen geeigneten Materials für die Betonherstellung könnten noch aus Fraktion "Bauschutt" lukriert werden.

*Industrie **4** – Effizienzsteigernde Maßnahmen in der Industrie (ab sofort):*
Stationäre Antriebe durch Motoren sind weitestgehend auf elektrische Motoren umzurüsten. Alte Elektromotoren sind durch hocheffiziente und vor allem drehzahlgeregelte Motoren auszutauschen. Für die Dampferzeugung werden Erneuerbare in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen und die derzeit verwendeten fossilen Energieträger ersetzen. Ähnliches gilt für die Erzeugung von Druckluft und Kälte.

*Industrie **5** – Umstellung im Bereich der Pipelines zum Transport von Erdgas und Erdöl auf elektrische Antriebe (ab sofort):*
Gilt auch für die Kompressoren und Verdichter an den Speicherstationen.

Industrie 6– Umstellung der Außenbeleuchtung auf hocheffiziente LED-Technologie (ab sofort): Beleuchtung nur jener Flächen, die für die Sicherheit der arbeitenden Personen erforderlich ist. Beleuchtung für Werbezwecke nicht mehr zulässig.

Reduktionspfad der THG-Emissionen der übrigen Sektoren

Ausgangslage, Klima- und Energieplan für die übrigen Sektoren

Landwirtschaft

Der Sektor Landwirtschaft ist insgesamt für 8,0 Mio. t CO_2 (10 % der gesamten THG-Emissionen) verantwortlich. Der Rinderhaltung werden ca. 4 Mio. t, der Düngung landwirtschaftlicher Böden 2 Mio. t, dem Wirtschaftsdüngermanagements, sowie dem Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft je ca. 1 Mio. t CO_2 zugeordnet. Landnutzungsänderungen werden nicht berücksichtigt, können aber mitunter zu starken THG-Emissionen führen!

Durch Anpassung des Rinderbestandes an den tatsächlichen Bedarf, optimierter Ernährung in der (Rinder-)Massentierhaltung und besserem Düngermanagement sind die Emissionen zu reduzieren. Zukünftig wird das „Klimafarming- Konzept" im Einklang mit dem biologischem Landbau (Humuswirtschaft, geschlossene Stoffkreisläufen, Düngemittelreduktion, Gründüngung, pfluglosem Anbau, nachhaltiger Tierhaltung, Berücksichtigung Artenschutz) durch gezielten Einsatz von rein pflanzlicher Biokohle eine wichtige zusätzliche Rolle spielen. Dadurch sollen zumindest die in der Landwirtschaft produzierten THG durch Klimafarming ab 2030 kompensiert werden.

Bei Einhaltung dieses o.a. Reduktionspfades für den Sektor Landwirtschaft und der in weiterer Folge aufgelisteten Maßnahmen (in Form von Aufgaben) können bis 2050 die kumulierten THG Emission für diesen Sektor auf max. 50 bis max. 80 Mio. t CO_2 begrenzt werden. Die max. jährlichen THG-Emissionen für den Sektor Landwirtschaft liegen 2050 bei nahezu Null.

Abfallwirtschaft

Der Sektor Abfallwirtschaft ist insgesamt für 3,0 Mio. t CO_2 (3,8 % der gesamten THG-Emissionen) verantwortlich. Hauptverursacher für THG-Emissionen in diesem Sektor sind die Abfallverbrennung (1,4 Mio. Tonnen) und die Methan-Emissionen aus den Deponien (1,3 Mio. Tonnen).

Die Emissionen aus den Deponien werden zukünftig aufgrund des Alters der bestehenden Deponien und der gesetzlichen Regelung in der DVO für neuere Deponien im Umgang mit organischen Abfällen wesentlich reduzieren.

Aufgrund der zu erwartenden Kreislaufwirtschaft wird auch der Anfall an thermisch zu behandelnden Abfällen stark zurückgehen. Bis 2050 sollten dadurch die Emissionen aus der Abfallverbrennung auf die Hälfte reduziert werden.

Bei Einhaltung dieses o.a. Reduktionspfades für den Sektor Abfallwirtschaft und der in weiterer Folge aufgelisteten Maßnahmen (in Form von Aufgaben) können bis 2050 die kumulierten THG Emission für diesen Sektor auf max. 50 Mio. t CO_2 begrenzt werden. Die max. jährlichen THG-Emissionen für den Sektor Abfallwirtschaft liegen 2050 bei max. 1 Mio. t CO_2.

Fluorierte Gase

Der Sektor Fluorierte Gase ist insgesamt für 2,0 Mio. t CO_2 (2,6 % der gesamten THG-Emissionen) verantwortlich. Fluorierte Gase werden im Kälte- und Klimabereich, zur Herstellung von Schaumstoffen

bis zur Halbleiterherstellung eingesetzt. Im Juli 2014 trat die EU VO Nr. 517/2014 in Kraft, die vorsieht, bis 2030 die Herstellung und den Import von F-Gasen mit hohem THG-Potenzial deutlich zu reduzieren. Dadurch sollte sich der Trend bis 2030 stark rückläufig zeigen.

Bis 2050 sind die kumulierten THG Emission für diesen Sektor auf max. 30 Mio. t CO_2 zu begrenzen. Die max. jährlichen THG-Emissionen für den Sektor Abfallwirtschaft liegen 2050 bei max. nahezu Null.

THG-Emissionen für übrige Sektoren bis 2050

Bis 2050 sind die kumulierten THG Emission für diesen Sektor auf 130 bis max. 150 Mio. t CO_2 zu begrenzen. Die max. jährlichen THG-Emissionen für die übrigen Sektoren liegen 2050 bei nahezu Null.

Klima- und Energieplan für die übrigen Sektoren

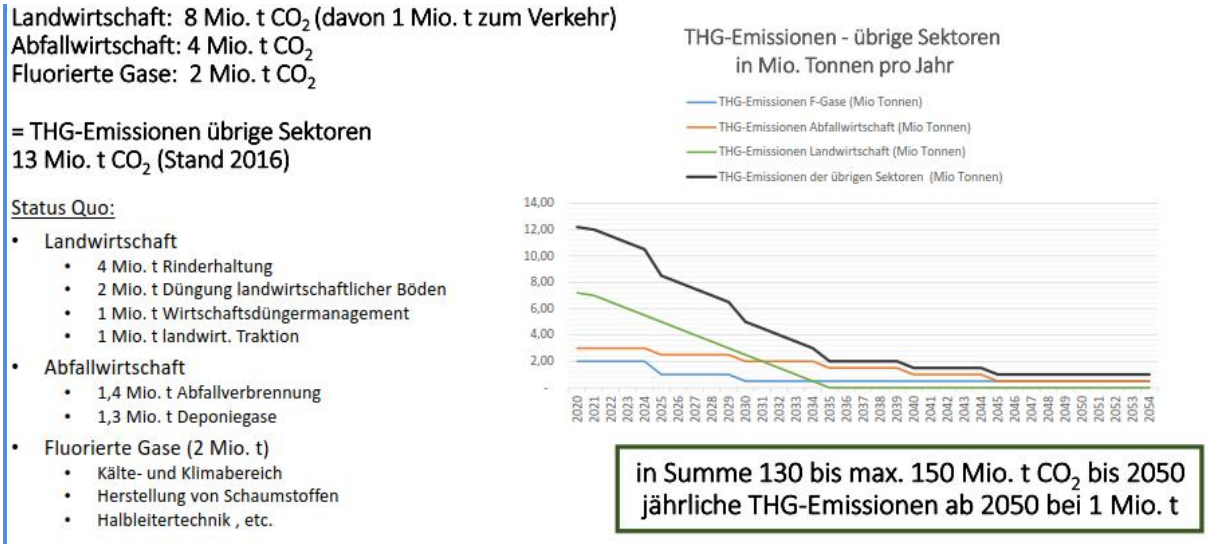


Abbildung 24: die wesentlichen Eckpunkte des Klima- und Energiefahrplans für die übrigen Sektoren; eigene Darstellung (2018)

Ernährung

In der EU-gehen knapp 30 % der insgesamt durch Konsum verursachten THG-Emissionen auf Lebensmittel zurück. Auf den Konsum von Fleisch- und Milchprodukten entfallen in den EU 14 % der gesamten THG-Emissionen. In Österreich dürften die THG-Emissionen durch den Lebensmittelkonsum in einer ähnlichen Größenordnung liegen.

Die Verschwendung von Lebensmitteln in der heutigen Gesellschaft ist ein großes Problem. Etwa ein Drittel der gesamten Lebensmittelproduktion wird weggeworfen und schafft es nicht auf unsere Teller. Allein mit den Lebensmitteln, die in Europa vernichtet werden, könnten die Hungernden der Welt zweimal ernährt werden. Die Abgeordneten zum EU-Parlament haben dazu 2017 eine Initiative ins Leben gerufen, mit welcher die Lebensmittelverschwendung in der EU bis 2030 halbiert werden soll.

Eine Umstellung der Ernährung auf deutlich verringerten Konsum tierischer Produkte, sowie regional und saisonal erzeugter Produkte (mit niedrigen THG-Emissionen in der Vorleistungskette) bringen erhebliche THG-Einsparungen. Ein Umstieg auf Produkte aus biologischer Landwirtschaft kann ebenfalls zur THG-Reduktion beitragen, wenn er mit einer Nachfrageveränderung in Richtung pflanzlicher Produkte verbunden ist.

Derartige Verhaltensänderungen im Umgang mit Lebensmitteln wirken sich positiv auf die THG-Emissionen aus, haben nebenbei betrachtet bedeutsame gesundheitsrelevante Nebenwirkungen, und wirken sich auch auf die Biodiversität und die Bodengesundheit nachhaltig positiv aus.

Die Flächeninanspruchnahme für die Produktion von Futtermittel (Mais, Soja, Palmöl, etc.) kann bei geänderter Ernährung in großem Ausmaß reduziert bzw. der fortwährende Trend zur Intensivierung der agrarisch genutzten Flächen gestoppt werden. Auch würde damit die Regenwaldzerstörung für Palmöl- und Sojaanbau eingedämmt.

Insgesamt wird daher geschätzt, dass durch eine weitreichende Ernährungsumstellung mehr als die Hälfte der durch Lebensmittelbereitstellung verbundenen THG-Emissionen eingespart werden. Das Einsparpotential lässt sich noch deutlich steigern, wenn die Lebensmittelverschwendung deutlich reduziert bzw. zur Gänze unterbunden wird.

Unter diesen Voraussetzungen ist eine mittel- bis langfristige Regeneration der landwirtschaftlich genutzten Flächen durch gezielten Humusaufbau bzw. eine Wiederbewaldung ehemaliger (Regen-)Waldflächen möglich.

Maßnahmenbündel – Übrige Sektoren

Ernährung 1: Reduktion der Lebensmittelabfälle um die Hälfte bis 2030 (ab sofort).

Ernährung 2: Umstellung der Ernährung auf deutlich verringerten Konsum tierischer Produkte und Verwendung regional und saisonal erzeugter Produkte (ab sofort).

*Landwirtschaft **1** – Umstellung der agroindustriellen Produktionsweise mit Anpassung an den Stand der Technik und verstärkte Umstellung auf biologischen Landbau (ab sofort und bis 2050 zur Gänze umgestellt):*

Kunstdüngereinsatz und Massentierhaltung führen zur Freisetzung von Methan, Lachgas, Ammoniak, etc.. Der biologische Landbau verfolgt den Ansatz nur so viele Tiere je Betrieb zu halten, für die ausreichend Futtermittel produziert und auch anfallender Wirtschaftsdünger verwertet werden kann.

- Massentierhaltungsbetriebe (Schweine, Hühner, Puten, etc.) mit Abluftreinigungsanlagen sind rasch an den Stand der Technik (ab sofort und bis 2035 zur Gänze umgestellt), wobei diese Art der Tierhaltungsform zu reduzieren ist.
- Rinderhaltung (Fleisch und Milch) an den inländischen Bedarf anpassen.
- Klima-Farming

*Landwirtschaft **2** – THG-Emissionen durch Versiegelung von 15 ha pro Tag bis 2025 auf **5** ha pro Tag reduzieren und ab 2040 auf **2** ha pro Tag (ab sofort):* Bei Fortführung des Status Quo gehen bis 2050 rund 175.000 ha verloren. Bei Einhaltung der Forderung werden bis 2050 nur noch 75.000 ha an landwirtschaftlich genutzter Flächen verbraucht. Die Versiegelung von Böden stellt qualitativ die schwerwiegendste Form eines Eingriffs dar. Es entfällt die Möglichkeit der C-Speicherung, zudem werden geht verloren durch die Versiegelung und durch die Nutzung der versiegelten Fläche Treibhausgase freigesetzt. (Bautätigkeit, Wohnen, Verkehr, Industrie und Gewerbe). Berechnungen zeigen, dass auf diesen Flächen je nach Aktivität zwischen 180 bis 450 Tonnen CO_2 Emissionen je Hektar und Jahr freigesetzt werden.

*Landwirtschaft **3** – Kohlenstoffbindung auf landwirtschaftlichen Böden, in Wäldern und Renaturierung degradierter Moore (ab sofort) und Klima-Farming[22] (ab 2030):*

Die acker- und pflanzenbaulichen Maßnahmen besitzen große Potentiale zur Humusanreicherung und der CO_2-Bindung, wobei besonders durch die Umstellung von Ackerbau- auf Grünlandnutzung sehr viel Kohlenstoff gebunden werden kann. Bei der organischen Düngung spielt die Qualität (z B. Stallmist, Kompost) eine große Rolle für die Humusersatzleistung. Ein entscheidender Vorteil der CO_2-Bindung durch Humusanreicherung besteht darin, dass nicht nur CO_2-Minderungspotentiale erschlossen werden. Die Humusanreicherung beinhaltet viele weitere ökologische Vorteile, beispielsweise eine verbesserte Bodenstruktur und Wasserspeicherfähigkeit, sowie höhere Ertragspotentiale. Besonders

[22] „Klimafarming- Konzept" - Dieses beinhaltet neben dem biologischem Landbau (Humuswirtschaft, geschlossene Stoffkreisläufen, Düngemittelreduktion, Gründüngung, pfluglosem Anbau, nachhaltiger Tierhaltung, Berücksichtigung Artenschutz) auch den gezielten Einsatz von rein pflanzlicher Biokohle. zur Kohlenstoffanreicherung im landwirtschaftlich genutzten Boden. Die gemeinsame Agrarpolitik der EU und die zukünftige landwirtschaftliche Förderpolitik in Österreich muss dieses Konzept in den Vordergrund rücken. Das „Klimafarming-Konzept" würde sich auch für den Zertifikatshandel anbieten und könnte damit das EU-Budget bzw. den Staatshaushalt entlasten..

unter den Bedingungen der zu erwartenden Klimaänderungen können optimal mit organischer Substanz versorgte Böden den Einfluss von Witterungsextremen besser abpuffern, als Böden in schlechtem Kulturzustand.

In diesem Zusammenhang wird auf das große Potential zur C-Speicherung alter Wälder (Naturwälder) vor allem aufgrund des hohen Totholzanteils hingewiesen. Denn nicht nur die Vegetation spielt eine Rolle in der CO_2-Bilanz der Wälder, sondern vielmehr auch der Wald-Boden, da in der Vegetation nur ca. ¼ und die restlichen ¾ des terrestrischen Kohlenstoffs im Boden gespeichert sind.

Moore werden bis in die heutige Zeit genutzt und damit degradiert. Zwar ist der Torfstich zur energetischen Nutzung in den Hintergrund gerückt, für Heilzwecke wird in Österreich aber auch heute noch der Torf der Moore verwendet. Viel bedeutender ist, dass Moorflächen landwirtschaftlich genutzt werden. Den Hauptanteil der Emissionen aus der Landwirtschaft ist der Entwässerung von Moorböden zuzuschreiben. Die CO_2-Emissionen stammen zum überwiegenden Anteil aus acker-baulich genutzten Mooren. Dränagierte Moorböden sind starke Treibhausgasemittenten. Natürliche Moorböden sind eine der wenigen permanenten biologischen CO_2-Senken. Die Renaturierung von ehem. Mooren samt Anhebung des Wasserspiegels ermöglicht eine Rückkehr zur ursprünglichen Situation als CO_2-Senke. Dies kann jedoch mehrere Jahre oder Jahrzehnte in Anspruch nehmen.

Durch Kohlenstoffbindung sollen zumindest die in der Landwirtschaft produzierten THG ab 2030 kompensiert werden.

*Abfallwirtschaft **1** – Umsetzung des Kreislaufwirtschaftspakets der EU (ab sofort):*
Der Anfall an thermisch zu behandelnden Abfällen wird bei Umsetzung der Kreislaufwirtschaft stark zurückgehen. Bis 2050 sollten dadurch die Emissionen aus der Abfallverbrennung auf die Hälfte reduziert werden.

*Abfallwirtschaft **2** – keine organischen Abfälle in Deponien (ab sofort):*
Methanemissionen aus bestehenden Deponien sind auch in Zukunft ordnungsgemäß zu entsorgen. Die neu errichteten Deponien dürften mangels eingebrachter organischer Abfälle kaum mehr Methan emittieren.

Fluorierte Gase 1: Umsetzung der EU VO Nr. 517/2014 (ab sofort):
Im Juli 2014 trat die EU VO Nr. 517/2014 in Kraft, die vorsieht, bis 2030 die Herstellung und den Import von F-Gasen mit hohem THG-Potenzial deutlich zu reduzieren. Dadurch sollte sich der Trend bis 2030 stark rückläufig zeigen.

III. Österreichs Weg im Bereich Energieverbrauch und (inländische) Energieerzeugung

Erneuerbare in Österreich 2016

Die Transformation unseres Wirtschaftssystems weg von fossilen Energieträgern (deren Anteil derzeit rund 2/3 des gesamten End-Energieverbrauchs einnimmt) hin zu Erneuerbaren Energieträgern eröffnet ein großes Spannungsfeld unterschiedlichster Interessen. Auch die Halbierung des Energieverbrauchs bis 2050 erfordert einen wesentlichen Ausbau der Erneuerbaren, damit Österreich in der Lage ist, sich selbst mit ausreichend Energie versorgen zu können.

Österreich hat sich im Rahmen des EU Klima- und Energiepaketes 2020 verpflichtet, den Anteil erneuerbarer Energie im nationalen Energiemix auf 34 % zu steigern. Der Anteil erneuerbarer Energie gemäß EU Richtlinie 2009/28/EG betrug im Jahr 2016 ca. 33,5 % (ein Plus von 0,5 % gegenüber 2015), wobei dieser *hohe Wert* aus einem produktionsbedingten Anstieg der Nutzung von Laugen aus der Papierindustrie, einem witterungsbedingten Anstieg der Nutzung von Holzbrennstoffen und einem dargebotsbedingten Anstieg der Stromerzeugung aus Wasserkraft resultierte. Der absolute Beitrag Erneuerbarer steigerte sich von 2015 auf 2016 um 3,8 % auf 404 PJ (rund 112.000 GWh).

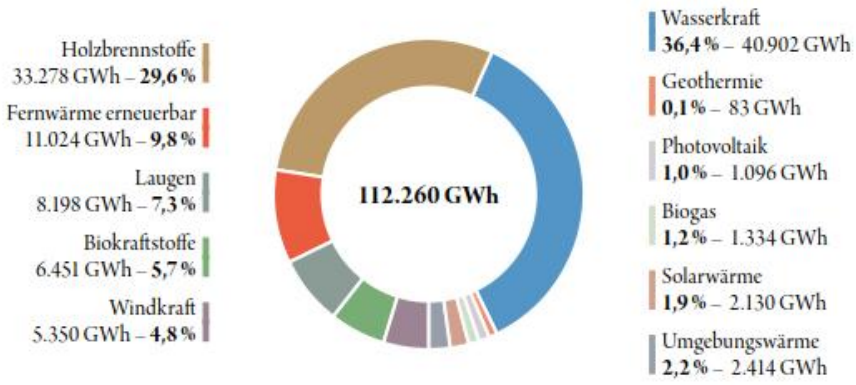


Abbildung 25: Anteile der Erneuerbaren für 2016 in GWh; Quelle BMLFUW 2017

Die wesentlichen Beiträge an erneuerbarer Energie im österreichischen energetischen Endverbrauch des Jahres 2016 stammen aus Holzbrennstoffen inklusive Fernwärme aus Holzbrennstoffen mit 158 PJ (43.895 GWh) und aus Wasserkraft mit 147 PJ (40.902 GWh). Diese beiden Energieträgergruppen machten gemeinsam einen Anteil von 75,5 % des gesamten erneuerbaren Endenergieverbrauchs in Österreich aus. Weitere Sparten mit größeren Beiträgen waren Laugen aus der Papierindustrie mit 7,3 %, die Biokraftstoffe mit 5,7 % und die Windkraft mit 4,8 %. Geringere Anteile stammten aus den Bereichen Umgebungswärme (2,2 %), Solarthermie (1,9 %), Biogas (1,2 %), Photovoltaik (1,0 %) und Geothermie (0,1 %).

47,6 % der Erneuerbaren sind dem Bereich Strom (53.400 GWh bzw. 192.000 TJ), 46,7 % dem Wärmebereich (52.400 GWh bzw. 189.000 TJ), und die restlichen 5,4 % dem Sektor Verkehr (6.450 GWh bzw. 23.200 TJ) zuordenbar.

Damit aber den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens entsprochen wird, ist bis spätestens 2050 das gesamte Energiesystem auf Erneuerbare umzustellen. Das bedeutet aber aus heutiger Sicht, dass die Erneuerbaren einen wesentlich höheren Beitrag liefern müssen.

Die Substitution fossiler Energieträger durch Strom und Biomasse birgt in der Zukunft große Herausforderungen im Bereich der erneuerbaren Energieformen.

Ausbaupfad aller Erneuerbarer Energieformen in Österreich

Da der Energieeinsatz maßgeblich für die THG-Emissionen in Österreich verantwortlich zeichnet, ist der Einsatz von fossilen Energieträgern bis spätestens 2050 gänzlich zu vermeiden.

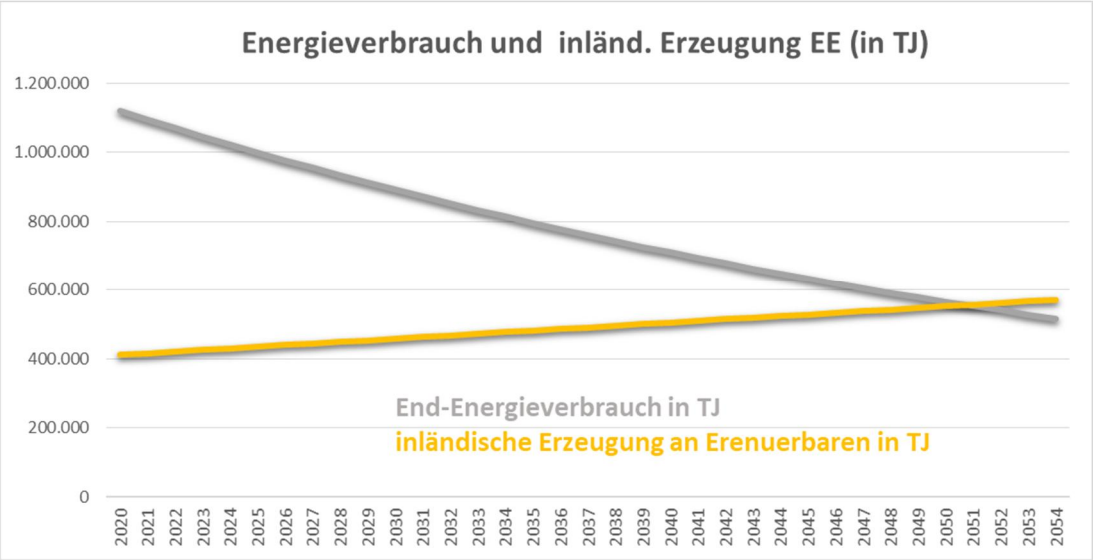


Abbildung 26: End-Energieverbrauch und inländische Erzeugung für Österreich bis 2050; Quelle: eigene Darstellung (2018)

Jahr	End-Energieverbrauch (EEV)	Erneuerbare (inländ. Erzeugung)
	(TJ)	(TJ)
2020	1.120.000	412.000
2025	999.544	435.400
2030	892.043	458.800
2035	796.103	482.200
2040	710.482	505.600
2045	634.070	529.000
2050	565.876	552.400

Tabelle 4: Zielwerte für den End-Energieverbrauch bzw. inländ. Energieerzeugung in 5-Jahresschritten; Quelle: eigene Berechnungen (2018)

Der Endenergieverbrauch wurde für 2020 mit 1.120 PJ angenommen, da das Ziel des Energieeffizienzgesetzes (1.050 PJ) mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erreicht wird. Wenn Österreich in der Lage ist,

- bis 2050 seinen Endenergieverbrauch (auf Basis 2016) zu halbieren, das entspricht einer Reduktion um 560 PJ gemessen am im EEV bis 2050 (dies bedeutet eine jährliche Reduktion um 2,25 Prozentpunkte) und
- den Anteil der im Inland erzeugten erneuerbaren Energie von 412 PJ (2016) durch einen jährlichen Zuwachs an Erneuerbaren im Ausmaß von 4,68 PJ = 1.300 GWh (Photovoltaik bis zu 1000 GWh pro Jahr; Rest Windkraft, Wasserkraft, Wärmekraft aus Erneuerbaren),

dann wird in Österreich ab ca. 2050 annähernd gleich viel Energie aus Erneuerbaren produziert wie an Endenergie verbraucht.

Nur bei Umsetzung der angeführten Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs bzw. bei konsequentem Ausbau der erneuerbaren Energieformen (auf Basis ethischer Gesichtspunkte) wird Österreich seinen Verpflichtungen im Klimaschutz nachkommen. Gelingen kann die Transformation nur dann, wenn sämtliche Maßnahmen, die maßgeblich zur Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs beitragen, bis 2050 umgesetzt sind, sowie die Produktion der Erneuerbaren im Bereich Photovoltaik und Speicherung massiv gesteigert wird.

Photovoltaik

Im Jahr 2016 konnte ein Zuwachs der Leistung von 937 MW auf 1096 MW an in Österreich betriebenen Photovoltaikanlagen verzeichnet werden. Das entspricht einem Anstieg von rund 16,5 % im Vergleich zum Vorjahr bzw. rund 12.000 neu installierten PV Anlagen. Abgeschätzt ergibt das für 2016 einen Energieertrag von rund 1.096 GWh PV-Strom, was rund 1,88 % der produzierten Strommenge in Österreich entspricht.

Bundesland	2016	2015	2014	2013	Summe (2008-2016)	Anteil an österreichischer PV-Leistung gesamt
	Installierte Leistung in kW	Installierte Leistung in kW	Installierte Leistung in kW	Installierte Leistung in kW	Installierte Leistung in kW	in Prozent
Burgenland	6.518	7.064	4.675	6.744	31.060	2,8
Wien	8.201	5.575	10.921	10.365	49.992	4,6
Niederösterreich	28.021	32.337	26.613	55.775	227.044	20,7
Steiermark	32.763	35.602	24.266	67.251	240.269	21,9
Salzburg	7.642	10.538	6.225	13.322	51.918	4,7
Oberösterreich	32.636	24.606	50.510	48.581	221.946	20,3
Tirol	10.944	10.177	12.506	20.455	68.182	6,2
Vorarlberg	8.864	9.648	7.670	10.948	52.112	4,8
Kärnten	14.832	11.885	5.189	16.601	57.857	5,3
keine geographische Angabe	4.380	4.419	10.698	13.047	91.313	8,3
Summe	154.801	151.851	159.273	263.089	1.096.016	100

Tabelle 5: Installierte PV-Leistung in Österreich; Quelle: PV Austria (2017)

Photovoltaik als Energielieferant der Zukunft !

Beim heutigen Stand der Technik wäre es möglich, durch Photovoltaik den gesamten Energiebedarf Österreichs auf drei Prozent der Landesfläche zu erzeugen.

In Österreich waren 2014 pro Einwohner 263 m² an Bauland bebaut, was eine Gesamtfläche von 2.240 km² ausmacht (vgl. dazu die in OÖ. durch PV belegte Fläche - vorwiegend Dachflächen - im Ausmaß 0,06 km²). Der Regionalinformation der Grundstücksdatenbank - aufbereitet durch das Umweltbundesamt - folgend, waren bis zum Jahr 2015 rund 800 km² an Baufläche versiegelt. Hinzu kommen noch potentielle Verkehrsflächen und sonstige versiegelte Flächen. Die Nutzung bereits versiegelter Flächen für Photovoltaik steht weder mit agrarischen noch mit ökologischen Interessen im Konflikt. Als versiegelte Flächen kommen jedenfalls Dächer, Fassaden, Lärmschutzwände, etc. in Betracht.

Lt. Statistik Austria bestanden 2011 bereits rund 2,2 Mio Gebäude. Darunter befinden sich rund 2 Mio. Wohngebäude und all jene Bauwerke mit überwiegender Gebäudebeschaffenheit (Hotels, Gewerbe- und Produktionszahlen, etc.) mit rund 200.000 Stück. Jährlich werden durchschnittlich 20.000 neue Gebäude errichtet. In Oberösterreich bestehen rund 400.000 Gebäude, wobei es sich bei rund 90 % davon um Wohngebäude handelt. Laut Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich (Fechner et al, 2016) wurden in Österreich ca. 230 km² als jedenfalls geeignete Flächen an/auf Gebäuden[23] identifiziert, die für eine PV-Nutzung zur Verfügung stehen. Bis zum Jahr 2050 könnten zumindest 20 % des heimischen Strombedarfes mittels gebäudeintegrierten Photovoltaik- bzw. Aufdach-Anlagen erzeugt werden, sofern 60 % dieser Flächenpotentiale (von 230 km²) genutzt werden.

Berücksichtigt man noch den zu erwartenden, technologischen Fortschritt und die Wirkungsgradsteigerung kann auf den in Österreich zur Verfügung stehenden Flächen eine Leistung von ca. 27 GW installiert werden, womit eine jährliche Energie von 30 TWh Energie erzeugt werden kann. Österreichs Gesamtstrombedarf wird laut o.a. Roadmap für das Jahr 2050 mit ca. 100 TWh angenommen (2016: rund 70 TWh), davon würden 30 % mittels PV produziert.

Jedes Dach ist auf allen geeigneten Flächen mit Photovoltaik auszustatten (2,2 Mio. Gebäude mit zumindest 25 kW $_{PEAK}$-Leistung).

Das von der Bundesregierung im Regierungsprogramm festgesetzte Ziel, dass bis zum Jahr 2030 Strom zu 100 % aus erneuerbaren produziert wird, benötigt eine jährliche Zuwachsrate an neu installierter PV von 850 MW bis zum Jahr 2030. Anschließend ist eine jährliche Zuwachsrate von 1.000 MW für Gesamtösterreich (bis zum Jahr 2050) erforderlich. Mit diesen Zuwachsraten wäre 2030 eine Jahresproduktion von 10 TWh und 2050 von rund 30 TWh möglich.

In Zusammenschau mit all den anderen erneuerbaren Energieformen weist einzig die Photovoltaik eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz auf. Die konsequente Nutzung bestehender und zukünftig zu

[23] Von den 230 km² wurden 170 km² Dach- und 60 km² Fassadenflächen betrachtet. Für Dächer kann man eine mittlere Jahreserzeugung von 950 kWh/kWp und für Fassaden 650 kWh/kWp ansetzen. Die solare Flächenenergie liegt in Österreich bei 1.000 W/m².

errichtender Gebäude (Dach- und Fassadenflächen) für PV-Anlagen birgt ein sehr hohes Ausbaupotential - im Gigawattbereich.

*Ausbau **1** – Photovoltaik-Offensive mit einer jährlichen Zuwachsrate von 850 MW bis 2030 und 1.000 MW bis 2050 ausschließlich an und auf Gebäuden (ab sofort).*

Abschätzung für das Potential Photovoltaik in Oberösterreich

Photovoltaik hat in Oberösterreich mit rund 220 MW Gesamtausbauleistung und einer jährlichen Zuwachsrate von 30 MW (Stand: Ende 2016) einen sehr geringen Ausbaugrad gemessen am möglichen (Dachflächen-)Potential. Die Ausbauziele müssen entsprechend der *Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich* umgesetzt werden, sodass mittel- bis langfristig ausreichend Strom im eigenen Land produziert wird.

Oberösterreich - als energieintensivstes Bundesland - kann und soll hier eine Vorreiterrolle übernehmen. Die Mittel- und Hochspannungsnetze sind auf die hohe Volatilität vorzubereiten; erforderliche Speicher für elektrische Energie sowie Lastmanagement bei Großverbrauchern werden die Integration großer Mengen an Photovoltaikstrom begünstigen (vgl. dazu auch Kap. Netzverträglichkeit und Speichertechnologie).

Bei Berücksichtigung der genannten Rahmenbedingungen wird für Oberösterreich eine jährliche Zuwachsrate von 150 MW als möglich gesehen. Dies entspricht der 5-fachen Menge gegenüber dem Jahr 2016. Damit wäre bis 2030 in Oberösterreich eine kumulierte PV-Leistung von nahezu 2 GW installiert, sodass daraus annähernd 2.000 GWh an elektrischer Energie erzeugt wird (entspricht etwa 15 % des Oö. Strombedarfs des Jahres 2016). Nach 2030 sollte die jährliche Zuwachsrate auf zumindest 200 MW gesteigert werden, sodass 2050 in OÖ bereits an die 6.000 GWh Strom aus PV produziert werden kann.

Windkraft

In Österreich sind bereits 1.260 Windkraftwerke (Stand Ende 2017) mit einer Gesamtleistung von 2.844 MW in Betrieb. Die jährliche Windstromerzeugung wird mit über 6.000 GWh beziffert, was in etwa 10 % des heimischen Stromverbrauchs entspricht.

Bundesland	Leistung	Anlagen
Österreich	2.844	1.260
Niederösterreich	1.535,1	693
Burgenland	1.026,1	426
Steiermark	227,0	100
Oberösterreich	47,3	30
Wien	7,4	9
Kärnten	1,3	2

Tabelle 6: Verteilung der Windkraftanlagen in Österreich; Quelle IG Windkraft 2017

Für 2018 ist ein Zubau von weiteren 68 Windkraftwerken mit einer Leistung von 214 MW in Österreich geplant. Ende 2018 sollten dann 1.305 Windkraftwerke mit einer Gesamtleistung von 3.019 MW in Betrieb sein.

Die IG Windkraft sieht ein jährliches Ausbaupotential von rund 100 Anlagen (entspricht 300 MW) bis 2030 als umsetzbar. Damit wäre 2030 eine Gesamtleistung von 6.500 MW in Betrieb.

Winkelmeier (2014) kommt in seiner Studie; DAS REALISIERBARE WINDPOTENTIAL ÖSTERREICHS FÜR 2020 UND 2030, welche im Auftrag des Klima- und Energiefonds 2014 erstellt wurde, zu dem Ergebnis, dass bis 2030 die Erzeugungskapazität von rund 6.600 MW erreicht werden kann. Insgesamt wird damit bis 2030 die produzierte Energiemenge auf 17,7 TWh gesteigert.

*Ausbau **2** – Windkraft-Ausbau der bereits bewilligten Anlagen durch ausreichend Fördermittel (ab sofort).*

Abschätzung der OÖ. Umweltanwaltschaft für das Potential Windkraft in Oberösterreich
Die Windkraft weist in Oberösterreich ein sehr geringes Ausbaupotential auf. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse des Windkraft Masterplans 2017 besteht aus Sicht der OÖ. Umweltanwaltschaft kein nennenswertes Ausbaupotential für Großwindenergieanlagen in Oberösterreich.

Steigerungspotential im Zuge des Repowering von bestehenden Windkraftanlagen ist zwar anzunehmen, wobei aber einige der bestehenden Anlagen nicht die geforderten Mindestabstände nach dem Oö. ElWOG erreichen, sodass in Summe auch hier kein zusätzliches Potential lukriert wird.

Wasserkraft

Mit einem Ausbaugrad der österreichischen Fließgewässer von mehr als 70 % befindet sich Österreich unter den Spitzenreitern in Europa. Die Abbildung zu den bestehenden Wasserkraftanlagen an Österreichs Fließgewässern führt den hohen Ausbaugrad der Wasserkraft deutlich vor Augen.

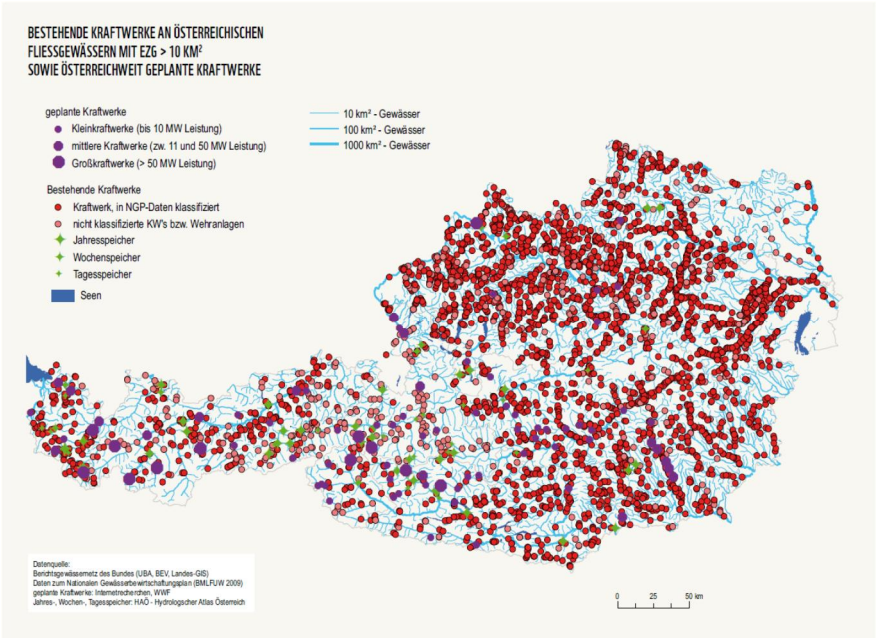


Abbildung 27: Bestehende Kraftwerke an Österreichs Fließgewässern mit EZG > 10 km²; Quelle: Umweltbundesamt (2012)

Das BMLFUW hat für den 2. Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplanes (2. NGP) die Ist-Bestandsanalyse (IBA) 2013 durchgeführt. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass mehr als 2/3 der gesamten untersuchten Gewässerstrecken das geforderte Umweltziel – den guten Zustand – verfehlen. Die Wasserkraft ist an dieser Zielverfehlung maßgeblich beteiligt. Nichtsdestotrotz planen Energieunternehmen wie z.B. TIWAG, Verbund, STEWEAG, aber auch die Energie AG zahlreiche weitere Kraftwerke an Österreichs Flüssen.

Ohne neue Fließgewässerstrecken beeinträchtigen zu müssen, bestehen noch relativ hohe ökologisch verträglichere Steigerungspotentiale bei den bestehenden Wasserkraftanlagen. Bei älteren Anlagen wird das natürliche Wasserkraftpotential energiewirtschaftlich oft nicht optimal genutzt wird. Eine Turbinenoptimierung ist aber für Betreiber ohne entsprechende Förderungen betriebswirtschaftlich meist nicht rentabel. Das Steigerungspotential bis 2050 beträgt rund 7.000 GWh.

*Ausbau **3** – Wasserkraft-Ausbau durch Revitalisierung von Altanlagen und Turbinentausch (ab sofort).*

Abschätzung der OÖ Umweltanwaltschaft für das Potential Wasserkraft in Oberösterreich

Die Wasserkraft wird in Oberösterreich bereits sehr intensiv genutzt, somit besteht aus Sicht der Oö. Umweltanwaltschaft kein nennenswertes Ausbaupotential.

Im Gegensatz dazu besteht ein relativ hohes ökologisch verträgliches Steigerungspotential an den bestehenden Wasserkraftanlagen (374 GWh gemäß Oö. Wasserkraftpotentialanalyse 2012/13; vgl. Kraftwerk Traunleiten, Wels Strom GmbH). Dieses Potential steht nur in geringem Konflikt zu den naturschutzfachlichen Vorgaben, wird aber häufig aus betriebswirtschaftlichen Überlegungen nicht umgesetzt.

Exkurs: Untere Salzach

Die Salzach mit einer noch freien Fließstrecke von rund 50 km ist in Oberösterreich durchgehend als Europaschutzgebiet verordnet und ist teilweise auch nationales Schutzgebiet. Die Oö. Umweltanwaltschaft setzt sich seit Jahrzehnten für den Erhalt dieser frei fließenden Strecke ein. An der Salzach liegt im Tittmoninger Becken wohl eine Jahrhundertchance vor, ein Sohlstabilisierungsprojekt in großem Ausmaß durch einen Gewässerrückbau durchzuführen. Zusätzlich soll eine verstärkte Geschiebezufuhr aus dem Oberlauf und den Seitenzubringern gewährleistet werden.

Biomasse

Mit einem Anteil von 57 % ist die Biomasse der wichtigste erneuerbare Energieträger in Österreich; an zweiter Stelle liegt die Wasserkraft mit 35 %. Der Anteil der Bioenergie am Bruttoinlandsverbrauch Energie ist zwischen den Jahren 1990 und 2014 von 9 % auf 17 % gestiegen, obwohl sich der Energieverbrauch in Österreich innerhalb dieser Periode um 31 % erhöht hat. Die Steigerung war deshalb möglich, weil der Biomasseeinsatz seit 1990 absolut um etwa das 2,5-fache von rund 96 PJ auf 237 PJ ausgebaut werden konnte.

Biomasseeinsatz im Jahr 2016:
2016 wurden insgesamt 228 PJ (= 63.450 GWh) Bioenergie im Endenergieverbrauch eingesetzt. Die in KWK-Anlagen eingesetzte Biomasse erzeugte rund 4.560 GWh (16,4 PJ) Strom. Der Rest ging in den Wärmebereich mit rund 210 PJ (58.900 GWh).

Biomassenutzung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen

Fruchtbare Böden gehen sowohl global (durch Erosion und Versiegelung) als auch in Österreich zunehmend verloren. Zugleich steigen die Ansprüche an die Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung mit Lebensmitteln und agrarischen Rohstoffen stark.

Die heimische Ackerfläche ist zudem – nicht zuletzt durch eine ungebremste Zersiedelungspolitik – kontinuierlich rückläufig. Von 1960 bis 2011 gingen rund 660.000 ha an landwirtschaftlicher Nutzfläche verloren, sodass Österreich (Stand 2011) noch 1,73 Mio ha Grünland und 1,36 Mio ha Ackerfläche besitzt.

Auch die Nutzung der heimischen Ackerbrachflächen (Rückgang von 2005 bis 2009 um 53 %) ändert das Verhältnis „Bioenergieproduktion zu Energieverbrauch“ nicht. Die Brachflächen fehlen jedoch als wichtige Trittsteinbiotope für viele wertvolle Tier- und Pflanzenarten in Österreich. Sie werden in einer Zeit der klimawandelbedingten Wanderung von Tieren und Pflanzen immer wichtiger.

Seit 1985 sinkt weltweit die pro Kopf produzierte Getreidemenge, da die Ertragssteigerungen in der Landwirtschaft nicht mehr mit dem Bevölkerungswachstum mithalten können. Gleichzeitig stieg der weltweite Fleischkonsum seit 1961 auf das Vierfache an. Über 30 % der Weltgetreideernte werden inzwischen in der Viehzucht verfüttert. Aufgrund des Klimawandels ist außerdem mit einem Anstieg an Missernten und entsprechenden Ertragseinbußen zu rechnen, während sich sehr trockene Gebiete auf der Erde weiter ausdehnen. Letztere sind seit 1970 von 15 % auf fast 30 % der globalen Festlandfläche angestiegen.

In Österreich werden mehr als 50 % des geernteten Getreides an Tiere verfüttert. Zusätzlich importiert Österreich ca. 500.000 Tonnen Sojaschrot - vorwiegend aus Südamerika - als Futtermittel, was die dortige Vernichtung von Regenwald beschleunigt. Bei der aktuellen Ernährungsweise reichen die heimischen, landwirtschaftlichen Flächen bei weitem nicht aus, um die österreichische Bevölkerung zu versorgen.

Aktuell (2013) werden etwa 7 % der heimischen Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen - vorwiegend Getreide, Mais und Raps - zur Produktion von Biotreibstoffen und Biogas genutzt. Damit werden nur 0,5 % des gesamten, österreichischen Energieendverbrauchs abgedeckt. Das bedeutet, dass selbst bei ausschließlicher Verwendung der gesamten österreichischen Ackerfläche für den Energiepflanzenanbau weniger als ein Zehntel des österreichischen Energiebedarfs damit erzeugt werden könnte.

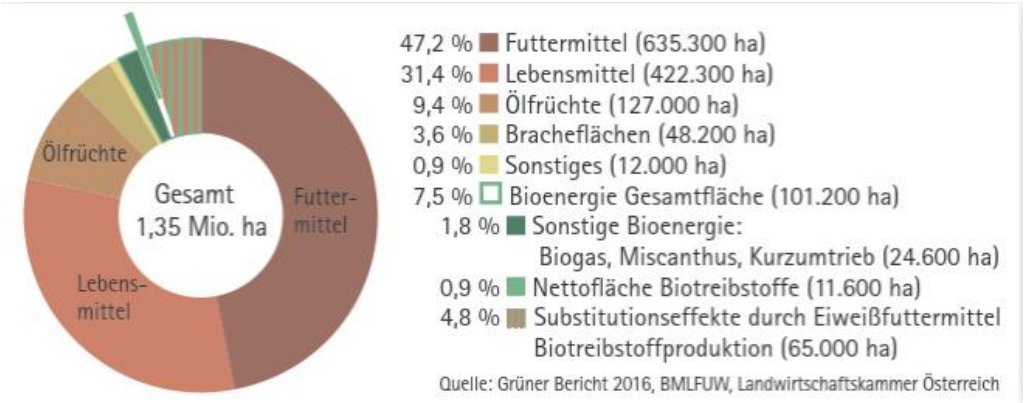


Abbildung 28: Verwendung der österreichischen Ackerflächen 2013; Quelle: Basisdaten Bioenergie 2017 – Österreichischer Biomasseverband

2016 wurden insgesamt 639.398 Tonnen Biokraftstoffe importiert (+37 %), 447.248 Tonnen davon waren Biodiesel, 77.652 Bioethanol und 114.498 HVO. Im Gegenzug wurden in Summe 482.436 Tonnen Biokraftstoffe exportiert.

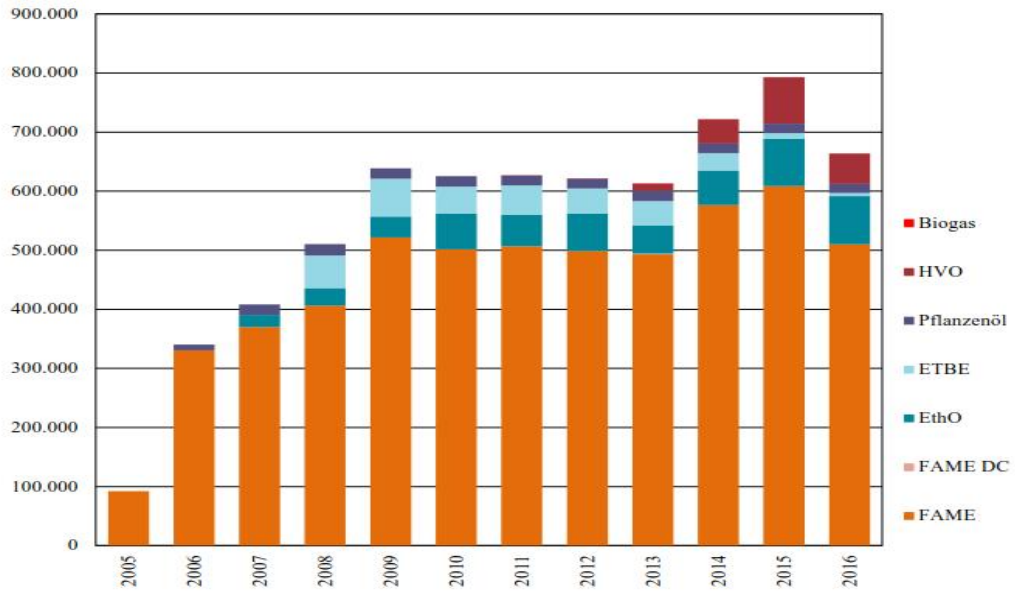


Abbildung 29: Biokraftstoff Absatzmengen 2005 bis 2016 in Tonnen; Quelle Umweltbundesamt - BIOKRAFTSTOFFE IM VERKEHRSSEKTOR (2017)

In Österreich wurden 2016 rund 500.000 Tonnen Biodiesel in Verkehr gebracht, davon wurden rund 300.000 Tonnen Biodiesel im Inland produziert[24]. Lediglich 29 % der dazu benötigten landwirtschaftlichen Produkte konnte durch inländischen Anbau gedeckt werden. Die restliche Menge wurde aus unterschiedlichen Ländern importiert. In Summe besteht somit ein Importbedarf für rund von 400.000 Tonnen Biodiesel (Hauptimportland ist Deutschland) bzw. landwirtschaftlicher Produkte zur Erzeugung von Biodiesel.

Etwas anders ist die Situation für Bioethanol. 2016 wurden rund 180.000 Tonnen an Bioethanol in Österreich produziert. Den größten Anteil der eingesetzten Ausgangsstoffe stellt Weizen mit 57 % der Gesamtmenge gefolgt von Mais mit 40 % dar. Des Weiteren wurden etwa 3 % der Rohstoffe als Triticale eingesetzt. Hierfür stammt das benötigte Getreide großteils aus Zentraleuropa, eine genaue Herkunftsangabe fehlt. In Österreich wurden lediglich 80.000 Tonnen in Verkehr gebracht, der Rest wurde exportiert.

Zusätzlich wurden 2016 in Österreich rund 80.000 Tonnen Hydrierte Pflanzenöle (HVO) in Verkehr gebracht. Bei dem importierten HVO stammten sämtliche Rohstoffe aus Drittstatten. Das Palmöl, aus welchem das HVO hergestellt wurde, stammt aus Indonesien (91 %) und Malaysia (9 %)

Durch Importe von Ölsaaten zur Biodieselproduktion werden rund 1,5 % des österreichischen Energiebedarfs gedeckt. Allein dafür wird im Ausland eine Ackerfläche in der Größe eines Drittels der österreichischen in Anspruch genommen.

Bei der Produktion von Bioethanol und Biodiesel fallen auch Eiweißfuttermittel als Koppelprodukte an, die etwa 260.000 Tonnen Sojaschrot entsprechen. Während heimische Ölsaaten in die Biodieselproduktion wandern Gleichzeitig müssen Öle für die Ernährung und die Kosmetikindustrie importiert (darunter auch 50.000 Tonnen Palmöl[25]) importiert werden.

Es erscheint daher sinnvoller, in Österreich den Anbau von Ölsaaten für die Lebensmittelproduktion und für die stoffliche Verwertung zu forcieren und hierbei Futtermittel als Nebenprodukt herzustellen.

Fazit: Ölsaaten sind zu wertvoll für den Autotank

Die Nutzung von Ackerflächen zur direkten Energiegewinnung aus Lebensmitteln ist in einer Welt knapper Bodenressourcen nicht nur ethisch bedenklich, sondern sie liefert gleichzeitig pro eingesetzter Fläche nur äußerst bescheidene Beiträge zur Deckung unseres aktuellen Bedarfs. Das hängt damit zusammen, dass Pflanzen nur etwa 0,5 % der eingestrahlten Sonnenenergie als Biomasse speichern. Da der Anbau von Energiepflanzen oft mit einem hohen Verbrauch an Dünge- und Pflanzenschutzmitteln einhergeht und die Umwandlung in flüssige und gasförmige Energieträger ebenfalls Energie benö-

[24] Aus 1 ha Rapsfeld werden etwa 1.000 l Biodiesel produziert, somit beansprucht allein der Rapsanbau für Biodiesel 500.000 ha.

[25] http://www.greenpeace.org/austria/de/themen/urwaelder/probleme/abholzung/biotreibstoffe/biodiesel_inland/
laut einer Information der Statistik Austria wurden zwischen 1.7.2010 - 30.6.2011 knapp 54.000 Tonnen Palmöl und 21.000 Tonnen Sojaöl nach Österreich importiert

tigt, werden in Summe nur geringe Mengen an Treibhausgasen eingespart. Die Nutzung von Bioenergie aus Feldfrüchten gegenüber anderen klassischen, erneuerbaren Energieträgern (wie Wasserkraft, Wind- und Solarenergie) stellt zudem die mit Abstand teuerste Methode dar, Treibhausgase einzusparen, was Studie der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina (2012) neuerlich aufzeigt.

Biogas aus Reststoffen

Betrachtet man diese Fakten zugleich mit dem kontinuierlichen Verlust von Ackerböden und den stetig steigenden Lebensmittelpreisen auf dem globalen Markt, hat Österreich die eigenen Ackerböden also erstens KONSEQUENT vor weiterer Versiegelung zu schützen und zweitens die vorhandenen Flächen vorrangig für die Sicherstellung der Ernährung der eigenen Bevölkerung und die stoffliche Verwertung zu nutzen. Dabei ist der Anteil der Fleischproduktion dem österreichischen Flächenangebot anzupassen.

Das bedeutet, dass einerseits die Fleischproduktion durch Änderungen in der Förderpolitik zu senken ist und andererseits für die Energiegewinnung - statt Ackerfrüchten - verstärkt biogene Rest- und Abfallstoffe wie Landschaftspflegeheu, Zwischenfrüchte, Stroh, Wirtschaftsdünger und Lebensmittelabfälle einzusetzen sind. Dabei ist gleichzeitig auf den Erhalt des Humusanteils von Ackerböden und den Nährstoffhaushalt der Waldböden zu achten. Laut Amon, T., Bauer, A., Leonhartsberger, C., (2008) könnten mit Biogas, welches ohne Konkurrenz zur Lebensmittelproduktion und unter Erhalt der Bodenfruchtbarkeit gewonnen wird, bis zu 12 % des österreichischen Energiebedarfs klimafreundlich gedeckt werden. Allerdings ist noch intensive Forschungsarbeit nötig, um die Nutzung dieses Potentials auch ökonomisch interessant zu machen.

Alle anderen Nutzungen auf Österreichs Flächen sowie der Import von ehemaligen Regenwaldflächen sind aus Gründen der Ethik und des Klimaschutzes nicht vertretbar.

*Ausbau **4** – keine Steigerung der Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen für die Produktion von Biotreibstoffen.*

Biomassenutzung im Wald

Seit Beginn der bundesweiten Waldinventur 1961 haben sich die österreichischen Waldflächen um insgesamt 300.000 ha ausgeweitet. Aktuell erstreckt sich der österreichische Wald auf einer Fläche von rund 4,0 Mio. ha bzw. 47,6 % der Landesfläche (BFW 2011).

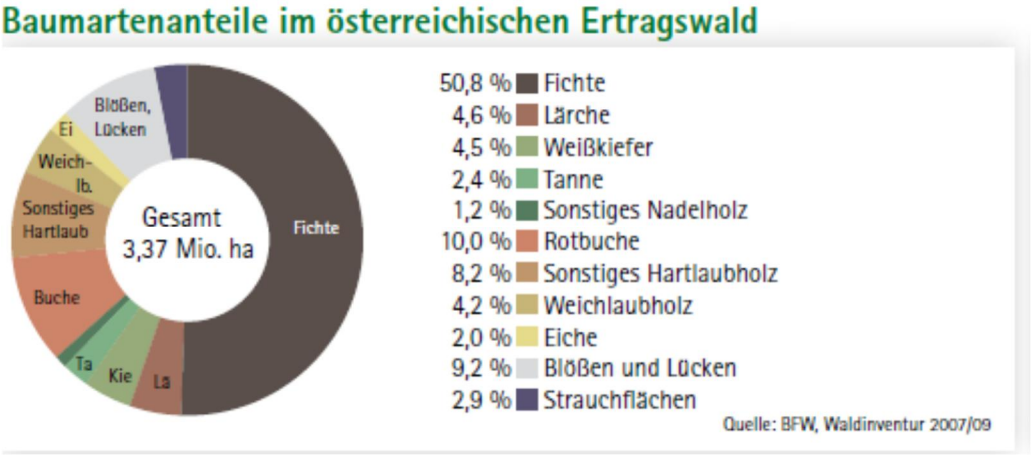


Abbildung 30: Baumartenanteil im österreichischen Ertragswald; Quelle: Basisdaten Bioenergie 2015 – Österreichischer Biomasseverband

Der Nadelholzanteil betrug 2016 am Gesamteinschlag 82,7 %, der Schadholzanteil insgesamt 32 %.

Im Jahr 2016 betrug der Holzeinschlag im österreichischen Wald 16,8 Mio. Erntefestmeter ohne Rinde (Mio. Efm o. R.).

Vom Gesamteinschlag im Jahr 2016 entfielen

- 7,87 Mio. Efm auf Sägeholz > 20cm (46,9%),
- 1,13 Mio. Efm auf Sägeschwachholz (6,8%),
- 3,17 Mio. Efm auf Industrieholz (18,9%) und
- 4,59 Mio. Efm auf Rohholz – energetische Nutzung (27,4%).

In der Baumartenzusammensetzung dominieren die Nadelwälder zu insgesamt zwei Drittel die österreichischen Waldflächen, wobei die Fichte mehr als 50 % einnimmt. Aufgrund der zunehmenden Erwärmung wird die Fichte in den tiefen bis mittleren Lagen zunehmend gestresst und damit anfälliger für Kalamitäten. In diesen Höhenlagen muss sich die Forstwirtschaft der Aufgabe stellen, die Wälder in Richtung potentiell natürlich vorkommende Vegetation umzuwandeln.

Österreichs Wälder liegen im Großteil ihres Verbreitungsgebietes im Bereich der Buchenwald-Ökosysteme. Die Umgestaltung der ehem. Fichtenreinbestände hin zu buchendominierten Mischbeständen wird langfristig der Vitalität des Waldbodens (Humusaufbau, ausgeglichener Basenhaushalt, biologischer Vielfalt, verbessertes Wasserhaltevermögen, etc.) und der darauf befindlichen Pflanzen dienen und ist daher als unbedingt erforderliche Klimawandelanpassungsmaßnahme zu betrachten.

Diese Umwandlung bedingt in den nächsten Jahren bis Jahrzehnten einen höheren Einschlag auf diesen Flächen.

Besitzkategorie	Einschlag 2016	Veränderung zu 2015	Veränderung zum 10-Ø
Kleinwald	9,64 Mio. Efm	-3,74%	-8,26%
Großwald	5,52 Mio. Efm	-6,46%	-6,82%
ÖBf AG	1,60 Mio. Efm	-1,88%	-15,01%

Tabelle 7: Holzeinschlag in Österreich; Quelle: Holzeinschlagsmeldung 2016 des BMLFUW

Die Kleinwaldbesitzer (Waldfläche unter 200 ha) schlugen mit 9,64 Mio. Efm ein, der Anteil des Kleinwaldes am Gesamteinschlag betrug 57,50 %. Im Großwald (Waldfläche ab 200 ha, ohne Österreichische Bundesforste AG) betrug der Gesamteinschlag 5,52 Mio. Efm, der Anteil am Gesamteinschlag lag bei 33 %. Die Österreichische Bundesforste AG verringerte den Einschlag auf 1,60 Mio. Efm, ihr Anteil am Gesamteinschlag betrug 9,5 %.

Jene großen Forstbetriebe in Österreich, die den Wald unter ökonomischen Bedingungen bewirtschaften, nutzen laut aktueller österreichischer Waldinventur bereits mehr Holz als nachwächst und sollten aus Nachhaltigkeitssicht ihren Holzeinschlag eher wieder reduzieren und auch auf einen genügend hohen Totholzanteil im Wald achten. Totholz erfüllt im Wald wichtige ökologische Funktionen und ist ein wichtiger Garant für die Artenvielfalt.

Zusätzlich importiert Österreichs (Papier)Industrie ca. 11 Mio Festmeter Holz für die stoffliche Verwertung (Bezugsjahr 2013). Österreich ist somit nach China der zweitgrößte Holzimporteur[26].

Alleine die Papierindustrie verwertet nahezu 9 Mio. Fm für die Produktion von Zellstoff bzw. daraus gewonnener Produkte. Die Importquote in der Zellstoffindustrie[27] beträgt 31% (entspricht rund 3 Mio. Fm). Die Sägeindustrie[28] verarbeitete 15,4 Mio. Fm, wobei 9 Mio. aus dem Inland stammen und 6,4 Mio. Fm importiert wurden.

Studie der Uni Graz bestätigt Österreich als zweitgrößten Holz-Importeur weltweit[29]

In Österreich nimmt die Abhängigkeit von Importen der Land- und Forstwirtschaft zu. Besonders sichtbar wird dies beim Bau- und Rohstoff Holz: Laut aktuellen Zahlen ist Österreich nach China der zweitgrößte Importeur von Holz weltweit. WissenschaftlerInnen des Instituts für Systemwissenschaften, Innovations- und Nachhaltigkeitsforschung (ISIS) an der Karl-Franzens-Universität Graz haben in

[26] http://derstandard.at/2000002814037/Oesterreich-weltweit-zweitgroesster-Importeur-von-Holz
[27] Jahrespressekonferenz der österreichischen Papierindustrie; April 2017
[28] Auf Holz klopfen; Branchenbericht 2016 des Fachverbandes der Holzindustrie Österreichs
[29] https://presse.uni-graz.at/de/neuigkeiten/detail/article/suechtig-nach-mehr-1/

einer Studie erstmals die Daten von Ernte und Import sowie von Verbrauch und Export für alle land- und forstwirtschaftlichen Güter gegenübergestellt.

„Die Abhängigkeit Österreichs von Importen in diesen Bereichen nimmt seit 1995 stetig zu. So verdoppelte sich zum Beispiel die Lücke zwischen heimischem Biomassekonsum und Ernte im Zeitraum 1995 bis 2010", erklärt ao. Univ.-Prof. Dr. Alfred Posch, Wissenschaftler am ISIS. „Der Verbrauch überstieg in diesem Zeitraum die heimische Extrahierung um 5,4 Mio Tonnen. Die entstandene Lücke muss natürlich durch Importe gedeckt werden." Drastisch sichtbar wird die Situation bei Holz:

Gut ein Drittel der Menge, die in Österreich verarbeitet wird, muss bereits importiert werden. Die Statistiken der Studie zeigen, dass Österreich mit einem absoluten Importvolumen von etwa 8,1 Mio Festmeter nach China mit 37,8 Mio Festmeter und vor Schweden (7,3 Mio Festmeter) der zweitgrößte Holzimporteur der Welt ist.

Überraschend ist auch, dass bereits 17 Prozent der verfügbaren Holzmenge in Österreich direkt verbrannt werden, ohne vorher der Säge-, Papier- und Plattenindustrie als Rohstoff gedient zu haben. „Im Sinne der Nachhaltigkeit keine begrüßenswerte Entwicklung. Ist doch die stufenweise Nutzung von Holz im Sinne der Umweltschutzes und der Arbeitsplätze zu bevorzugen", so Posch.

Da Österreich nicht über eine gesamte detaillierte Statistik der land- und forstwirtschaftlichen Güter verfügt, mussten Daten erhoben und angepasst werden. Ergebnis der Studie ist daher auch, dass Österreich eine profunde Datenbasis braucht, um zielsichere Biomassepolitik zu betreiben. „Steigender Verkehr durch Biomasseimporte schont das Klima nämlich auch nicht", betont Posch.

Im Bereich der energetischen Nutzung von Holz sind die österreichischen Potentiale unter den heutigen ökonomischen Bedingungen entgegen vieler Meldungen weitestgehend ausgeschöpft.

12 Mio Festmeter heimisches Hackgut und Brennholz gelangen direkt in die energetische Verwertung.

Um sich den österreichischen Gesamtvorrat an Holz zu vergegenwärtigen, sei zudem darauf hingewiesen, dass wir mit der Abholzung des gesamten österreichischen Waldes und seiner anschließenden Verfeuerung den österreichischen Energiebedarf gerade einmal sechs Jahre lang decken könnten.

*Ausbau **5** – mittelfristige Steigerung der Biomassenutzung im Wald (aufgrund erhöhtem Schadholzanfall) möglich; zusätzlich sind Holz Importe zu reduzieren (ab sofort).*

IV. Rechtlicher Maßnahmenkatalog

Auf Bundesebene

Erstellung eines Klima- und Energieplans mit dem Ziel bis 2030 die THG-Emissionen um zumindest 50 % zu reduzieren

Die OÖ. Umweltanwaltschaft stellt das vorliegende Positionspapier als Grundlage für die Erstellung eines (Bundes-) Klima- und Energieplanes selbstverständlich zur Verfügung. Der Bund erstellt gemeinsam mit den Ländern (inkl. Gemeindevertretungen) unter Einbeziehung der Öffentlichkeit im Sinne der Aarhus-Konvention einen Klima- und Energieplan. Dieser Klima- und Energieplan für Österreich beinhaltet sämtliche Maßnahmen, die erforderlich sind, damit Österreich in der Lage ist, den THG-Ausstoß auf ein ethisch vertretbares Ausmaß bis 2050 zu reduzieren.

Für alle Sektoren wird ein klarer Reduktionspfad erstellt, in dem jährliche Höchstmengen an THG-Emissionen festgeschrieben werden. Bei Nicht-Erreichen der jährlichen Ziele sind weitere Maßnahmen im jeweiligen Sektor zu setzen.

In diesem Klima- und Energieplan wird auch eine Höchstmenge an Energieverbrauch je Sektor festgesetzt, sowie der Ausbaupfad der Erneuerbaren geregelt.

Der Klima- und Energieplan schreibt verbindliche Zwischenziele vor, sodass bis 2030 die THG-Emissionen bereits um 50 % reduziert werden. Weiters beschäftigt sich der Klima- und Energieplan mit dem erforderlichen rechtlichen und finanziellen Rahmen, welcher für die Umsetzung in Bund, Ländern und Gemeinden hilfreich sein wird.

Adaptierung des Emissionszertifikategesetzes und des Bundes-Klimaschutzgesetzes

Der Europäische Emissionshandel (EU-ETS) ist seit 2005 das zentrale Klimaschutzinstrument der EU. Mit ihm sollen die Treibhausgas-Emissionen der teilnehmenden Energiewirtschaft und der energieintensiven Industrie reduziert werden. Seit 2012 nimmt der innereuropäische Luftverkehr teil. Die nationale Umsetzung erfolgt im Rahmen des Emissionszertifikategesetzes.

Das Bundes-Klimaschutzgesetz legt für Österreich die jährliche Höchstmenge an THG-Emissionen außerhalb des EU-Emissionshandelssystem fest und regelt die Aufteilung der THG-Emissionen zwischen den Sektoren, wobei es auch verbindliche sektorale Ziele für ein jedes Jahr gibt.

Sowohl das Emissionszertifikategesetz als auch das Bundes-Klimaschutzgesetz sind an die Anforderungen des Pariser Klimaabkommens anzupassen, sodass bis 2050 nicht wesentlich mehr als 1.000 Mt CO_2 in Österreich ausgestoßen werden und der jährliche THG-Ausstoß auf 1 Tonne pro EW und Jahr reduziert wird. Ab 2020 berücksichtigen die beiden Gesetze eine Reduktion der jährlichen THG-Emissionen im Ausmaß von mindestens 6,66 % vor. Ab 2050 verursacht Österreich weniger als 10 Mio. t CO_2 pro Jahr (entspricht in etwa 1 t CO_2 pro Einwohner und Jahr). Zusätzlich ist die Aufteilung zwischen emissionshandelnden Betriebe und den Emissionen die dem Klimaschutzgesetz unterliegen klar zu regeln.

Darüber hinaus werden im neuen Bundes-Klimaschutzgesetz die erforderlichen Maßnahmen für den jeweiligen Sektor geregelt und die Zuständigkeit zwischen Bund, Ländern und Gemeinden aufgeteilt.

Adaptierung des End-Energieeffizienzgesetzes

Das (Bundes-)End-Energieeffizienzgesetz legt die jährliche Höchstmenge am End-Energieverbrauch fest. Bis zum Jahr 2050 wird der End-Energieverbrauch gegenüber dem Basisjahr (2016) halbiert. Das bedeutet, dass der jährliche End-Energieverbrauch um 2,25 % reduziert werden muss.

Für alle Sektoren sind Effizienzziele vorzusehen, und erforderliche Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen (entsprechend dem Bundes-Klimaschutzgesetz) darin abzubilden, damit die Ziele auch tatsächlich erreicht werden.

Schaffung eines Gesetzes für erneuerbare Energien

Der Ausbau der erneuerbaren Energieformen - insbesondere der Ausbau der PV- und Windenergie – braucht einen klaren rechtlichen Rahmen, sowie die Sicherstellung der dafür erforderlichen finanziellen Mittel.

Für PV ist eine jährliche Zuwachsrate von 850 MW bis 2030 und rund 1.000 MW bis 2050 (an und auf Gebäuden) vor allem finanziell sicherzustellen.

Die Warteschlange der bereits bewilligten Windenergieanlagen ist schnellstens abzubauen, und weitere Mittel zur Zielerreichung zum naturverträglichen Ausbau (inkl. Repowering) sicherzustellen.

Steuerreform und Beseitigung steuerlicher Privilegien

Die Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus und der Bundesminister für Finanzen führen in ihren Statements zur Steuerreform 2020 an, dass die strukturelle Steuerreform, die mit 1. Jänner 2020 in Kraft treten soll, auch einen *ökologischen Lenkungseffekt* enthalten werde.

Die Transformation unseres Wirtschaftssystems hin zu einer THG-freien Gesellschaft ist ein unerlässliches Vorhaben. Bei Einführung einer ökologisch orientierten Steuerreform werden vor allem klimaschädigende Finanzierungen reduziert und die erforderlichen Mittel für die Transformation unseres Energie- und Wirtschaftssystems sichergestellt. Daraus werden sich sehr große wirtschaftliche Chancen ergeben. Im Gegenzug werden (bei Einhaltung des Pariser Klimaziels) die Schadenskosten durch extreme Wetterereignisse für zukünftige Generationen auf ein beherrschbares Ausmaß reduziert.

Die Lenkung von fossilen Energieträgern hin zu Erneuerbaren gelingt am effektivsten über die Preisgestaltung. Dazu stehen sehr viele Stellschrauben zur Verfügung wie Einführung einer CO_2-Steuer (auch außerhalb des EU-Emissionshandels wie in Schweden), Anhebung der MÖSt für alle fossile Energieträger, Beseitigung des Dieselprivilegs (auch für die Landwirtschaft), Streichung der Pendlerpauschale, Besteuerung von Flugtreibstoffen und viele weitere Möglichkeiten können in diesem Zusammenhang genannt werden.

Im Gegenzug lassen sich mit den zusätzlichen Einnahmen wichtige Maßnahmen wie Gebäudesanierung, Ausbau der öffentlichen Verkehrsmittel, vergünstigte (General-)Tickets für den gesamten ÖPNV (Beispiel: Das Jugendticket in OÖ), aber auch der Ausbau der Infrastruktur für den nicht motorisierten Verkehr (Fuß- und Radverkehr), der weitere Ausbau der Erneuerbaren und viele Maßnahmen mehr finanzieren.

Auch muss der Boden als Nahrungsgrundlage und als zukünftiger CO_2-Speicher konsequent geschützt werden. Solange die Neuerschließung von Baulandflächen wesentlich günstiger als die Nutzung von *Gewerbebrachen* ausfällt, wird der enorme Bodenverbrauch voranschreiten. Eine Besteuerung von Bodenverbrauch als Lenkungsinstrument für den sorgsamen Umgang mit Boden erscheint hier zielführend. Die Einnahmen daraus sollen zur Verwertung bestehender Gewerbe- bzw. Industriebrachen herangezogen werden.

Planungen in den Ländern, Gemeinden und auf betrieblicher und persönlicher Ebene

Die Einhaltung des Pariser Klimaabkommens kann nur unter Beteiligung Aller gelingen. Klimaschutz darf nicht zu einem politischen Spielball für partikuläre Interessen wie Österreichs Föderalismus werden. Während Bund und Gemeinden für die Steuerhoheit verantwortlich sind, gibt es in der Gesetzgebung und im Vollzug eine Aufteilung von den einzelnen Ministerien bis hin zu den Gemeinden. Aus diesem Grund braucht es neben dem Bundes –Klima- und Energieplan weitere Planungen auf Landes- und Gemeindeebene, sowie die zugehörigen Rechtsinstrumente zur Sicherstellung der Umsetzung dieser Planungen.

Rechtliche und planliche Instrumente auf Länder und Gemeindeebene

Die Bundesländer erstellen in Anlehnung an den Bund einen eigenen Klima- und Energieplan. Zur Umsetzung ihres Planes werden analog zum Bundesklimaschutzgesetz eigene Landesklimaschutzgesetze erlassen. Alternativ dazu kann die Umsetzung durch ein Landes-Energieraumplanungs-Programm in Übereinstimmung mit den Planungen des Bundes gesichert werden.

Die Gemeinden werden angehalten ihre eigene Energieraumplanung zu gestalten. Das Örtliche Entwicklungskonzept stellt hier ein brauchbares Instrument zur Verfügung. Die örtlichen Planungen stehen im Einklang mit den Planungen des jeweiligen Bundeslandes. Idealerweise bestehen die örtlichen Klima- und Energiepläne aus

- Wärmeversorgungs- und Wärmeentsorgungsplan (Zum Beispiel für überschüssige Wärme aus Betrieben, etc.),
- Stromversorgungs- und Stromabnahmeplan (für Überschussstrom) sowie einen
- Mobilitätsplan für das gesamte Gemeindegebiet.

Für diese Planungen schließen sich Gemeinden idealerweise zu Regionalverbänden (analog Bezirksabfallverbände) zusammen.

Umsetzung auf betrieblicher und privater Ebene

Jeder Betrieb und jeder Haushalt erhält einen *Energieausweis* mit dem jeweiligen Energieverbrauch (Strom, Wärme, Mobilität) und einen zugehörigen *Plan* zur Reduktion des Energieverbrauchs und des individuellen THG-Ausstoßes. Dieser Energieausweis bzw. individueller Klima- und Energieplan dient als Basis für den Klima- und Energieplan der jeweiligen Gemeinde bzw. Region und dient in weiterer Folge auch für die Landesplanungen (insbesondere Mobilität betreffend).

Da eine umfassende Sanierung eines Gebäudes sehr komplex, zeitaufwendig und kostenintensiv ist, wir die Erstellung eines individuellen Sanierungsplans für jedes Gebäude notwendig sein. Dieser Gebäudesanierungsplan dient als Basis für die Förderung.

Bewusstseinsbildung

Jeder Bürger wird aufgefordert auf privater, beruflicher, gesellschaftlicher und politischer Ebene nach seinen persönlichen Möglichkeiten an der Transformation unserer Gesellschaft mitzuwirken. Das Wissen über Klimaschutz darf nicht als elitäre Wissensmaterie abgetan werden. Das erforderliche Wissen muss jedem auf niederschwelliger Ebene zugänglich gemacht werden. Entsprechende Ausbildung in den Grundschulen, Informationsverbreitung über die gängigsten Medien (Radio, Fernsehen, Zeitung, neue Medien, etc.) muss intensiviert werden. Als gutes Beispiel kann hier die Umweltinitiative www.muttererde.at hervorgehoben werden.

V. Ergebnis bei konsequenter Umsetzung

Die OÖ. Umweltanwaltschaft hat die in diesem Bericht angeführten Maßnahmen (unter Berücksichtigung des Ausbaus der Erneuerbaren Energieformen) einer THG-Abschätzung unterzogen.

Die idealisiert gedachte THG-Strategie berücksichtigt die Reduktion der THG-Emissionen um die Hälfte je Dekade. Das bedeutet eine jährliche Reduktion der THG-Emissionen um 6,66% (=blaue Linie). Bei Einhaltung dieser Kurve würde Österreich eine THG-Bilanz von ungefähr 1.000 Mio. t CO_2 bis 2050 vorweisen können.

Die orange Linie stellt das Ergebnis dar wenn alle in diesem Bericht genannten Maßnahmen, samt zugehörigen Umsetzungszeitrahmen, konsequent umgesetzt werden.

- Im Sektor Gebäude werden alle Neubauten im Passivhausstandard errichtet, die bestehenden Gebäude rasch auf Niedrigenergiestandard saniert und ab 2020 werden keine neuen fossilen Heizungsanlagen mehr errichtet.

- Im Sektor Verkehr wird der Kraftstoffexport sehr rasch und effizient beseitigt, der Treibstoffverbrauch in Österreich jährlich durch geeignete Maßnahmen um 500 Mio. Liter reduziert, und der nicht vermeidbare Verkehr auf E-Antrieb umgestellt.
- Im Sektor Energie und Industrie wird vermehrt auf Erneuerbare Energieformen (Strom und Wärme) gesetzt, und zeitgleich aufgrund Effizienzsteigerung die jährlichen THG-Emissionen um 6 % reduziert.
- Im Bereich der übrigen Sektoren (Land- und Abfallwirtschaft, sowie Fluorierte Gase) wird neben der Reduktion des THG-Ausstoßes die Bindung von Kohlenstoff auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen von zunehmender Bedeutung.

- Im Bereich der Erneuerbaren wird durch umfassenden Ausbau der Photovoltaik (bis zu 1.000 MW Zubau pro Jahr) ein enormer Anstieg möglich sein. Die Faktoren Netzstabilität und Speichermöglichkeit (zum saisonalen Ausgleich) werden eine große Herausforderung darstellen.

Bei konsequenter Umsetzung all der im Bericht genannten Maßnahmen samt zugehöriger Zeitschiene wird das THG-Budget nach Abschätzung der OÖ. Umweltanwaltschaft in etwa 1.070 Mio. t CO_2 bis 2050 betragen und somit den Anforderungen des Pariser Klimaabkommens entsprechen.

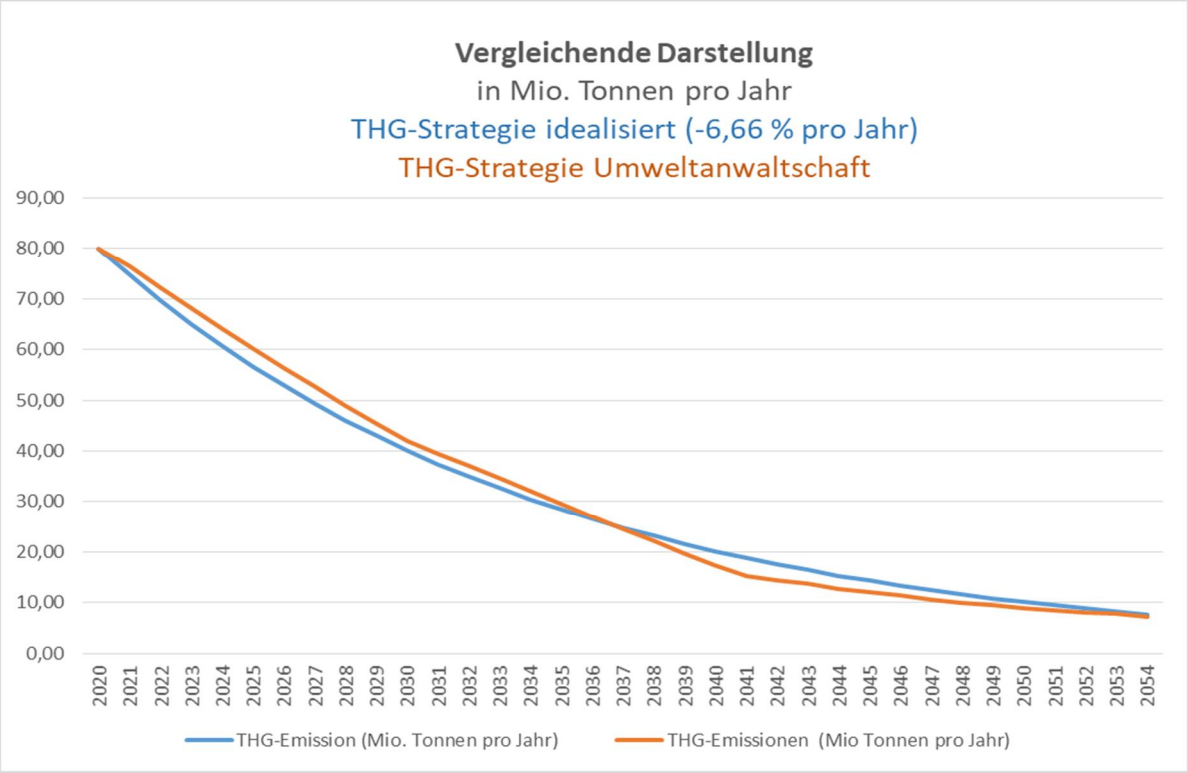


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen für Österreich bis 2050, blau Kurve = idealisierte Darstellung und orange = bei konsequenter Umsetzung der Maßnahmen; Quelle: eigene Berechnung und Darstellung (2018)

Österreich ist somit in der Lage das THG-Budget bis 2050 gemäß den Anforderungen des Pariser Klimaabkommens zu reduzieren und leistet damit einen gerechten und fairen Beitrag.

Literatur

1. Andrew, Peters et al.(2018): Global Carbon Budget 2017; future earth - research for global sustainability
2. Arbeitsgruppe Windenergie (2017): Richtlinie Oö. Windkraft-Masterplan 2017, Kriterienkatalog; Amt der Oö. Landesregierung
3. Biermayr, Peter et al.(2017): Innovative Energietechnologien in Österreich - Marktentwicklung 2016; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
4. Biermayr, Peter et al.(2017): Erneuerbare Energie in Zahlen 2017 - Entwicklung in Österreich auf Datenbasis 2016; Ministerium für ein Lebenswertes Österreich
5. BMLFUW, MitarbeiterInnen der Sektion IV Wasserwirtschaft; Umweltbundesamt GmbH (2015): Entwurf Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
6. BMNT - Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018:. Energie in Österreich 2018 - Zahlen, Daten, Fakten; BMNT - Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
7. Böhmer, Sigmund et al. (2014): Effiziente Nutzung von Holz: Kaskade versus Verbrennung; Umweltbundesamt
8. Bolz, Christian (2011): Windkraft - Chance für Österreich?; Forum Wissenschaft & Umwelt
9. Bruckner, Martin (2010): Erstellung einer Datenbank der in Österreichs Importen und Erstellung einer Datenbank der in Österreichs Importen und Exporten enthaltenen CO2-Emissionen; SERI Nachhaltigkeitsforschungs und -kommunikations GmbH
10. Christian, Kerschner, Wagner(2016): Rechtsrahmen für eine Energiewende Österreichs (REWÖ); RdU - Schriftenreihe Recht der Umwelt
11. Christian, Rupert & Christian, Reinhold et al. (2011): Zukunftsfähige Energieversorgung für Österreich; Umwelt Management Austria
12. Dell, Gerhard (2018): OÖ Energiebericht - Berichtsjahr 2017;Im Auftrag von Energiereferent LH-Stv. Dr. Michael Strugl, Oö
13. Fechner, Hubert et al. (2016): Technologie Roadmap für Photovoltaik in Österreich; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
14. Gerst, Bubenzer & Mächtle (2010): Klimarelevante Einflüsse urbaner Bodeninanspruchnahme Geographisches Institut der Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg
15. Gollner, Manfred et al. (2017): Energiedaten Österreich 2016, Änderung wichtiger Kennzahlen und Einflussfaktoren im Vergleich zum Vorjahr; Statistik Austria Direktion Raumwirtschaft Fachbereich Energie
16. Gumpinger, Clemens et al. (2011): Kriterien-Katalog Wasserkraft aus naturschutzfachlicher Sicht in Oberösterreich; Im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung
17. Haas, Reinhard et al. (2017): Stromzukunft 2030 - Analyse der Erfordernisse und Konsequenzen eines ambitionierten Ausbaus erneuerbarer Energien Energy Economics Group, TU Wien
18. Hülsbergen, Kurt-Jürgen (2011): C-Sequestrierung in landwirtschaftlich genutzten Böden; Technische Universität München
19. IPCC-Intervernmental Panel on Climate Change (2018): Global Warming of 1,5°C (IPCC-Sonderbericht über 1,5 °C globale Erwärmung)

20. Jaros, Marion et al. (2013): Nachhaltige Nutzung von Bioenergie in Österreich - Faktenlage und Forderungen; Im Auftrag der Umweltanwaltschaften Wien, Nö, Oö, Bgl, Stmk, Kärnten, Tirol und Vbg.
21. Kirchengast, Schnedl, Schulev-Steindl (2018): Klimaschutzrecht zwischen Wunsch und Wirklichkeit; Böhlau Verlag, Wien, 2018
22. Klepper, Gernot (2014): Treibhausgas-Emissionen und Luftverkehr - Wie wird das Flugzeug klimafreundlich?; Institut für Weltwirtschaft, Deutsches Klima-Konsortium e. V. (DKK)
23. Knoll, Groiss (2011): Photovoltaik in der Landschaft; Im Auftrag der Umweltanwaltschaften Oö, Nö, Bgld, Kärnten, Wien
24. Kranzl, Lukas et al. (2018): Wärmezukunft 2050 - Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich; Energy Economics Group, TU Wien
25. Kromp Kolb, Helga et al. (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014; Österreichische Akademie der Wissenschaften
26. Krutzler, Thomas et al. (2016): Szenario Erneuerbare Energie 2030 und 2050; Umweltbundesamt
27. Meyer, Steiniger (2017): Das Treibhausgas-Budget für Österreich; Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Karl-Franzens-Universität Graz
28. Michalik, Jürgen (2011): Auswirkungen von schallreduzierten Betriebsweisen auf die Ertragsfähigkeit von Windenergieanlagen; VDI-Fachkonferenz in Hamburg
29. Ö. Biomasseverband (2015): Basisdaten 2015 Bioenergie
30. Obersteiner, Wolf-Ott et al. (2016): 11. Umweltkontrollbericht, Umweltsituation in Österreich Umweltbundesamt
31. Oö. Umweltanwaltschaft (2009): Positionspapier Energiezukunft für Oberösterreich; Amt der Oö. Landesregierung
32. Oö. Umweltanwaltschaft (2015): Photovoltaik on OÖ, Positionspapier der Oö. Umweltanwaltschaft; Amt der Oö. Landesregierung
33. Peters, Glen P. (2015): Global Carbon Budget 2015; °CICERO - Center for International Climate and Environmental Research, Oslo
34. Peters, Andrew, Solomsn, Friedlingstein (2015): Measuring a fair and abitious climate agreement using cumulative emissions;
Center for International Climate and Environmental Research—Oslo (CICERO), PB 1129 Blindern, 0318 Oslo, Norway;
Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, 77 Massachusetts Avenue, Cambridge, MA 02139, USA
College of Engineering, Mathematics and Physical Sciences, University of Exeter, Exeter EX4 4QF, UK
35. Photovoltaik Austria (2016): factsheet - Die österreichische Photovoltaik Branche in Zahlen; PHOTOVOLTAIC AUSTRIA Federal Association
36. Plattform Wasserwirtschaft im Alpenraum (2011): Alpensignale FOCUS 1, Gemeinsame Leitlinien für die Kleinwasserkraftnutzung im Alpenraum; Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention
37. Prem, Beer (2016): Holzeinschlagsmeldung über das Kalenderjahr 2015; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

38. Ratschan, Scheder, Mielach, Tichler (2015): Oö. Wasserkraftpotentialanalyse 2012/13; Im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung
39. Rechnungshof Österreich (2012): Bericht des Rechnungshofes: Nachhaltiger Güterverkehr – Intermodale Vernetzung
40. Reh, Werner et al. (2015): NGO-Luftverkehrskonzept; Schritte zu einem zukunftsfähigen und umweltverträglichen Luftverkehr in Deutschland; Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
41. Reichl, Johannes et al. (2010): AWEEMS - Analyse der Wirkmechanismen von Endenergieeffizienz-Maßnahmen .....; Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz
42. Schaufler, Gishild (2017): Alte natürliche Wälder speichern große Mengen an Kohlenstoff und sind daher wichtig für den Klimaschutz; Landes Umwelt Anwaltschaft Salzburg
43. Schleicher, Steiniger (2017): Wirtschaft stärken und Klimaziele erreichen: Wege zu einem nahezu treibhausgasemissionsfreien Österreich; Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Karl-Franzens-Universität Graz
44. Stabsabteilung Statistik der WKO (2017): Die österreichische Verkehrswirtschaft - Daten und Fakten; Bundessparte Transport und Verkehr in der Wirtschaftskammer Österreich
45. Steiniger, Karl (2015): Konsum-basierte Emissionen Österreichs ; Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Karl-Franzens-Universität Graz
46. Streicher, Wolfgang et al. (2010): Energieautarkie für Österreich 2050; Universität Innsbruck im Auftrag des KLIEN
47. Thaler, Robert et al. (2015): Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2015 – Gesamtbericht; Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
48. Tichler, Schwarz, Fazeni, Steinmüller, Scheder, Ratschan (2012): Analyse der Auswirkungen der bis 2015 der in Umsetzung des NGP zu setzenden .....; Im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung
49. VCÖ, Wien, Österreich (2008): factsheet - Lkw-Transit über Österreichs Alpen nimmt am stärksten zu
50. VCÖ, Wien, Österreich(2017): Publikation - Personenmobilität auf Klimakurs bringen
51. VCÖ, Wien, Österreich (2011): Publikation - Verkehr fair steuern
52. Wichmann, Uhl, Weißmair (2012): Das Konfliktpotential zwischen Windkraftnutzung und Vogelschutz in Oberösterreich; BirdLife Österreich, im Auftrag der Oö. Umweltanwaltschaft
53. Winklmeier, Krenn (2014): Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030; ENERGIEWERKSTATT Verein & Technisches Büro zur Förderung erneuerbarer Energie
54. Zechmeister, Andreas et.al. (2018): Klimaschutzbericht 2018; Umweltbundesamt, Wien 2018