

Klima und Energie

Wissen kompakt

Wien, April 2021



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

IMPRESSUM

Strategische Gesamtkoordination: Mag. Christoph Wolfsegger

Klima- und Energiefonds, Leopold-Ungar-Platz 2, 1190 Wien

Tel.: +43 (0)1 585 03 900, Fax DW 11, office@klimafonds.gv.at | www.klimafonds.gv.at

Herstellerin: Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency | Mariahilfer Straße 136, 1150 Wien

Tel.: +43 (0)1 586 15 24, Fax DW 340, office@energyagency.at | www.energyagency.at

Für den Inhalt verantwortlich: DI Peter Traupmann | Gesamtleitung: Bettina Reidlinger, MA

Lektorat: Mag. Bao An Phan Quoc, BA | Verfasser*innen: Alexander Harrucksteiner, MSc, Karina Knaus, PhD, DI Christoph Link, Bettina Reidlinger, MA, DI Altan Sahin | Verlagsort und Herstellungsort: Wien

Redaktionsschluss: 1. März 2021

Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

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

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	7
1.1	Kommunikation in der Klimakrise	8
2.	KLIMAKRISE	10
2.1	Auswirkungen der globalen Klimakrise	10
2.2	Anpassung an die Klimakrise	12
2.3	Klimakrise in Österreich	13
3.	VOLKSWIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG DES KLIMASCHUTZES	16
3.1	Globale Folgekosten der Klimakrise	16
3.2	Folgekosten der Klimakrise für die Europäische Union	17
3.3	Folgekosten der Klimakrise für Österreich	17
3.4	Globale Chancen durch Klimaschutz	19
3.5	Klimaschutz und sein Nutzen für Österreich	19
4.	INTERNATIONALE ABKOMMEN IN DER KLIMAKRISE	21
4.1	Internationale Klimaabkommen	21
4.2	Clean Energy for all Europeans	22
4.3	Europäischer Grüner Deal	22
5.	NATIONALE KLIMAZIELE	24
5.1	Regierungsprogramm	24
5.2	Nationaler Energie- und Klimaplan (NEKP) und Klima-Langfriststrategie	25
5.3	Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG)	28
5.4	Weitere klimaschutzrelevante Strategien	30
6.	VOM MENSCHEN VERURSACHTER TREIBHAUSEFFEKT	33
6.1	Temperaturanstieg aufgrund von Treibhausgaskonzentration	33
6.2	Globale Entwicklung Treibhausgaskonzentration und Temperaturanstieg	34
6.3	Szenarien des Weltklimarates	35
6.4	Nationale Treibhausgaskonzentration und Temperaturanstieg	37
7.	ENERGIEVERBRAUCH	40
7.1	Globaler Energieverbrauch und Energieerzeugung	40
7.1.1	Historische Entwicklung Primärenergieverbrauch	40
7.1.2	Energiebedarf nach Sektoren	42
7.1.3	Energieverbrauch nach Energieträgern	43
7.1.4	Stromerzeugung nach Energieträgern	43
7.2	Energieverbrauch und -erzeugung in Österreich	44
7.2.1	Historische Entwicklung Energieverbrauch	44
7.2.2	Energieverbrauch nach Sektoren	45
7.2.3	Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern	46
7.2.4	Bruttostromerzeugung nach Energieträgern	47
7.2.5	Energieflussbild Österreich	49
7.2.6	Zusammensetzung Energiepreise und Energiepreisentwicklung	50

8.	ERNEUERBARE ENERGIE	51
8.1	Funktionsweise des Energieversorgungssystems	51
8.2	Wirkungsgrade	53
8.3	Energierücklaufzeit und Erntefaktor	54
8.4	Photovoltaik	54
8.4.1	Marktdaten	55
8.4.2	Technologie	56
8.4.3	Potenziale in Österreich	57
8.4.4	Vor- und Nachteile	57
8.5	Windkraftanlagen	58
8.5.1	Marktdaten	58
8.5.2	Technologie	59
8.5.3	Potenziale in Österreich	60
8.5.4	Vor- und Nachteile	61
8.6	Wasserkraft	62
8.6.1	Marktdaten	62
8.6.2	Technologien	62
8.6.3	Potenziale in Österreich	63
8.6.4	Vor- und Nachteile	63
8.7	Biomasseanlagen	64
8.7.1	Marktdaten	64
8.7.2	Technologien	65
8.7.3	Potenziale in Österreich	66
8.7.4	Vor- und Nachteile	67
8.8	Solarthermie	68
8.8.1	Marktdaten	68
8.8.2	Technologien	69
8.8.3	Potenziale in Österreich	70
8.8.4	Vor- und Nachteile	70
8.9	Biogasanlagen	71
8.9.1	Marktdaten	71
8.9.2	Technologien	72
8.9.3	Potenziale in Österreich	72
8.9.4	Vor- und Nachteile	73
8.10	Geothermie	74
8.10.1	Marktdaten	74
8.10.2	Technologien	75
8.10.3	Potenziale in Österreich	75
8.10.4	Vor- und Nachteile	76
8.11	Wärmepumpen	76
8.11.1	Marktdaten	76
8.11.2	Technologien	77
8.11.3	Potenziale in Österreich	78
8.11.4	Vor- und Nachteile	79

8.12	Abwasser als Energiequelle	79
9.	GEMEINSCHAFTLICHE ENERGIEERZEUGUNG	81
9.1	Was sind Energiegemeinschaften?	81
9.2	Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEG)	81
9.3	Bürgerenergiegemeinschaften (BEG)	82
10.	BEST-PRACTICE-DATENBANK	83
11.	ENERGIEEFFIZIENZ	90
11.1	Definition	90
11.2	Arten von Energieeffizienzmaßnahmen	90
11.3	Energieeffizienz im privaten Haushalt	92
11.3.1	Energieeffiziente Produkte	93
11.3.2	Energieeffizientes Bauen und Sanieren	94
11.4	Energieeffizienz in Gewerbe und Industrie	100
11.4.1	Energieeffizienz im Büro	100
11.4.2	Energieeffizienz bei industriellen Herstellungsverfahren	101
11.4.3	Energiemanagementsysteme für Unternehmen	102
11.4.4	Energiebuchhaltung für Gemeinden	103
12.	MOBILITÄT	106
12.1	Wie bewegen wir uns heute? Zahlen und Trends zum Verkehr	106
12.1.1	Energieverbrauch des Verkehrssystems	106
12.1.2	Anzahl der Wege und zurückgelegte Kilometer	106
12.1.3	Verkehrsmittelwahl im Personen- und Güterverkehr	107
12.1.4	Fahrzeugbestand und seine Entwicklung	109
12.2	Gründe für eine neue Mobilitätskultur	112
12.2.1	Treibhausgasemissionen des Verkehrssystems	112
12.2.2	Mobilitätskosten der Haushalte	112
12.2.3	Motorisierter Individualverkehr braucht Platz	112
12.2.4	Mobilität und Gesundheit	113
12.3	Wie sollten wir uns künftig bewegen?	113
12.4	Wege zu einem künftigen Mobilitätssystem	114
12.4.1	Vermeiden – Verlagern – Verbessern	114
12.4.2	Mobilitätsmanagement	115
12.4.3	Energieraumplanung	116
12.4.4	Alternative Kraftstoffe	116
12.4.5	Digitalisierung und Vernetzung, Inter- und Multimodalität	117
12.4.6	Sharing: Nutzen statt besitzen	118
12.4.7	Eco-Driving	119
12.4.8	Aktive Mobilität: Zufußgehen und Radfahren	119
12.4.9	Bewusstseins- und Verhaltenswandel	120
13.	BIODIVERSITÄT UND LANDNUTZUNG	123
13.1	Notwendigkeit von Biodiversität für den Menschen	123
13.2	Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität	124
14.	ANNEX	126

1. Einleitung

Macht es einen Unterschied, ob das Wort „Klimaerwärmung“ oder „Klimakrise“ in der Kommunikation verwendet wird? Wie hoch sind die Treibhausgasemissionen in Österreich? Wie sieht ein klimafreundliches und menschengerechtes Mobilitätssystem der Zukunft aus? Inwiefern haben Ernährung und Wohnverhalten Einfluss auf das Klima? Die Wissenssammlung „Klima und Energie: Wissen kompakt“ bietet Antworten auf diese und viele weitere spannende Fragen.

Der Klima- und Energiefonds widmet sich mit seiner Arbeit der Gestaltung einer klimaneutralen Zukunft. Mit klima- und energierelevanten Innovationen schafft er die Voraussetzungen für eine nachhaltige, hohe Lebensqualität in einer intakten Umwelt in Österreich und leistet somit einen Beitrag, das Wirtschafts- und Energieversorgungssystem in Österreich umzubauen und zukunftsfähig zu gestalten.

Mithilfe dieses Dokuments können sich Leserinnen und Leser gezielt über aktuelle Themen informieren, sich damit auf Präsentationen, Versammlungen, Workshops und Gespräche mit Entscheidungstragenden vorbereiten oder einfach auch Anfragen beantworten. Wir sind davon überzeugt, dass nur durch fundierte und faktenbasierte Informationen Prioritäten im Klimaschutz richtig gesetzt werden können. Bevor große oder kleine Klimaschutzprojekte umgesetzt werden, wird Basiswissen über ökologische Zusammenhänge und die aktuelle Situation benötigt.

Ziel dieser Wissenssammlung ist es, der interessierten Öffentlichkeit eine sachkundige und aktuelle Zusammenfassung an Informationen zum Thema Klima und Energie zur Verfügung zu stellen.

Mit der Erarbeitung der Wissenssammlung wurde die Österreichische Energieagentur vom Klima- und Energiefonds betraut. Sie gewährleistet eine ausgewogene Darstellung der Themen, angefangen bei Kommunikation in der Klimakrise, nationalen und internationalen Abkommen bis hin zum anthropogenen Treibhauseffekt, erneuerbaren Energieformen, Mobilitätsfragen und vielen weiteren relevanten Fragestellungen.

Jedes Kapitel bietet auf einigen Seiten die wichtigsten Inhalte zum jeweiligen Thema und endet mit einer Link-Liste, damit sich interessierte Leserinnen und Leser vertiefend informieren können.

Wünsche und Anregungen zu den Inhalten können gerne an die Österreichische Energieagentur (office@energyagency.at) gerichtet werden.

1.1 Kommunikation in der Klimakrise

Die Klimakrise zu bewältigen ist eine der größten Herausforderungen der Menschheit. Zeitgleich sind die Auswirkungen der Klimakrise (noch) nicht in allen Teilen der Erde auf dieselbe Art und Weise sichtbar bzw. ist der Zusammenhang zwischen dem vom Menschen verursachten Treibhauseffekt und Wetterveränderungen für manche nicht nachvollziehbar. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verweisen i. d. R. auf Fakten und Erkenntnisse, derartige Fakten können jedoch nicht immer überzeugen. Die stärksten Reaktionen werden im Menschen hervorgerufen, wenn dieser auf der emotionalen Ebene angesprochen wird.

Die Klimakrise braucht Fakten und eine klare Kommunikation

Worte erzeugen in unseren Köpfen Bilder und positive oder negative Gefühle. Manche Worte erzeugen jedoch überhaupt keine Emotionen, weil sie schlichtweg nicht verstanden werden oder mit der Lebensrealität des Adressaten oder der Adressatin nichts zu tun hat. Die Verwendung von Fachtermini hängt natürlich von der konkreten Situation und der Zielgruppe ab, es gilt jedoch: Fachsprache muss nicht per se komplex sein.

Einige konkrete Beispiele für unpassende Worte sowie entsprechende Vorschläge für klare Begriffe aus dem Energie-Handbuch der Österreichischen Energieagentur:

Tabelle 1: Beispiele für Kommunikation in der Klimakrise (Quelle: Österreichische Energieagentur 2020)

Verharmlosend, missverständlich, schwer verständlich:	Verständlich und treffsicher:
Erderwärmung	Erderhitzung, globaler Temperaturanstieg
Klimawandel	Klimakrise
Klimawende, Energiewende	klimaneutrale Energiezukunft
Dekarbonisierung	weg von der Abhängigkeit von Erdöl, Kohle und Erdgas
Transformation	Umbau

Die angeführten Beispiele illustrieren, dass Worte positiv wirken können, obwohl sie eine sehr negative Entwicklung aufzeigen sollen (z. B. Erderwärmung). Andere Begriffe sind abstrakt oder schwer verständlich (z. B. Dekarbonisierung, Transformation) und bleiben daher schlecht im Gedächtnis.

Es gilt also, die richtigen Worte für die Kommunikation zu finden, ohne den Menschen mit Negativszenarien zu überfordern. Der Umbau in eine klimaneutrale Energiezukunft erfolgt nämlich nicht als Selbstzweck, sondern schlicht und ergreifend um eine lebenswerte Umwelt für uns und zukünftige Generationen global zu ermöglichen.

Mission und Vision in der Klimakrise

Nachdem die Dringlichkeit der Klimakrise und der damit verbundenen Probleme aufgezeigt wurde, gilt es, konkrete Lösungen anzubieten, um die zuhörende Person nicht abzuschrecken und sie ins Thema mit einzubinden. Denn eine lebenswerte Umwelt jetzt und für unsere nachfolgenden Generationen betrifft jeden

und jede. Wir zeichnen daher das Bild einer klimaneutralen Wirtschaftsform, frei von der Abhängigkeit von Öl, Kohle und Erdgas. Die kluge Nutzung der Energie aus Wasser, Sonne, Wind und Wald und die gesamthafte Betrachtung der Systeme für Strom, Wärme, Mobilität und Industrie schützen uns und das Klima.

Mehr zum Thema

Klimabündnis 2018: Klim[:A:]rtikulieren – Wie kommunizieren wir am besten die Klimakrise?

[\[https://www.klimabuendnis.at/images/doku/klimartikulieren_booklet_final.pdf\]](https://www.klimabuendnis.at/images/doku/klimartikulieren_booklet_final.pdf)

K3 2017: Kongress zu Klimawandel, Kommunikation und Gesellschaft

[\[https://k3-klimakongress.org/videos-k3-2017/\]](https://k3-klimakongress.org/videos-k3-2017/)

Österreichische Energieagentur 2020: Energie-Handbuch

[\[https://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/publikationen/Energie-Handbuch_AEA_03-2020_view.pdf\]](https://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/publikationen/Energie-Handbuch_AEA_03-2020_view.pdf)

2. Klimakrise

2.1 Auswirkungen der globalen Klimakrise

Der vom Menschen verursachte (anthropogene) Treibhauseffekt kurz erklärt: Durch die Sonnenstrahlen wird das Erdklima beeinflusst. Die Sonne strahlt kurzwellige Sonnenstrahlen auf die Erde. Rund ein Drittel der Sonnenenergie, welche die Obergrenze der Erdatmosphäre erreicht, wird direkt zurück in den Weltraum reflektiert. Zwei Drittel der Energie werden von der Erdoberfläche und in geringerem Maße auch von der Atmosphäre aufgenommen. Um dieser absorbierten Energie die Waage zu halten, muss die Erde durchschnittlich die gleiche Energiemenge zurück in den Weltraum wieder abstrahlen. Ein Großteil dieser vom Land und den Ozeanen emittierten Wärmestrahlung wird von der Atmosphäre einschließlich der Wolken wiederum absorbiert und zur Erdoberfläche zurückgestrahlt. Dieser Vorgang wird als natürlicher Treibhauseffekt bezeichnet. Ebenso wie die Glaswände in einem Gewächshaus den Luftaustausch reduzieren und somit die Temperatur im Inneren erhöhen, erwärmt der natürliche Treibhausgaseffekt die Erdoberfläche (vgl. ZAMG).

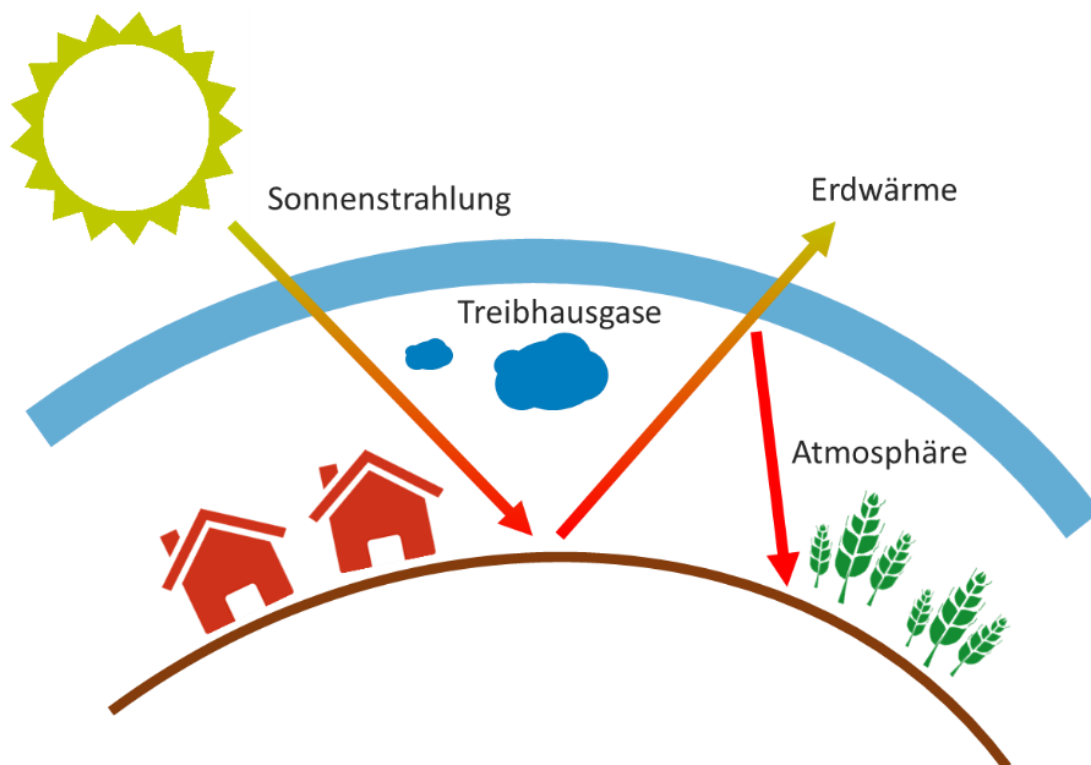


Abbildung 1: Vom Menschen verursachter (anthropogener) Treibhauseffekt (Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/klima-treibhauseffekt>, Zugriff 18.12.2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Ohne den natürlichen Treibhauseffekt läge die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Erde bei ca. -18°C . Somit ermöglicht dieser Ablauf erst Leben auf der Erde. Seit der Industrialisierung haben allerdings menschliche Aktivitäten, vor allem das Verbrennen fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Gas), das Roden von Wäldern sowie die industrielle Landwirtschaft und Viehzucht, den anthropogenen Treibhauseffekt durch die Emittierung von

klimawirksamen Gasen wie Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid und fluorierten Gasen hervorgerufen. Durch die hohe Konzentration dieser Treibhausgase kann weniger Wärme von der Erde abgestrahlt werden und es folgen ein unnatürlicher Treibhauseffekt sowie die Erderhitzung und die dadurch bedingte Klimakrise. Die Auswirkungen der globalen Klimakrise sind vielfältig und in den Regionen der Erde unterschiedlich ausgeprägt.

Der Fünfte Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013–2014) bestätigt, dass sich das Klima gegenwärtig ändert, und prognostiziert auf Basis von Klimamodellen die Auswirkungen der Klimakrise in unterschiedlichen Bereichen:

Meeresspiegel: Sehr wahrscheinlich wird durch die Wärmeausdehnung des Wassers und das Abschmelzen des Inlandeises der Meeresspiegel steigen, und zwar bis 2100 um weitere 26 bis 55 cm. Ohne Emissionsbeschränkungen wird der Meeresspiegel bis Ende des Jahrhunderts zwischen 45 und 82 cm steigen.

Der Meeresspiegelanstieg wird großflächige Landverluste in Küstenregionen, v. a. in Entwicklungs- und Schwellenländern, zur Folge haben. Der Temperaturanstieg begünstigt die Ausbreitung der Wüsten. Insgesamt werden laut IPCC-Bericht Millionen von Menschen vor allem im globalen Süden ihrer Lebensgrundlagen beraubt und zu Umweltflüchtlingen.

Extreme Wetterereignisse: Aufgrund der unnatürlichen Klimaveränderungen wird die Häufigkeit und Intensität extremer klimatischer Ereignisse wie Orkane, Sturmfluten, sintflutartige Niederschläge und Dürrekatastrophen zunehmen. Bis zum Ende des Jahrhunderts werden Starkniederschläge über den meisten Landgebieten der mittleren Breiten und über den feuchten Tropen intensiver und häufiger auftreten.

Eis und Schnee: Je nach Szenario könnten die Gletscher bis zum Ende des 21. Jahrhunderts 15–55 % (niedrigstes Emissionsszenario) oder 35–85 % (höchstes Emissionsszenario) ihres derzeitigen Volumens verlieren. Schon bisher war der Rückgang der Gletscher und der polaren Eiskappen signifikant. Von 2002 bis 2011 ist etwa sechsmal so viel Grönlandeis geschmolzen wie in den zehn Jahren davor.

Ozeanversauerung: Die Ozeane werden auch weiterhin Kohlendioxid aus der Atmosphäre aufnehmen, was eine zunehmende Versauerung des Meerwassers bewirkt. Dies behindert die Bildung von Kalkschalen vieler Meereslebewesen und beeinträchtigt die Lebenswelt in den Ozeanen negativ.

Diese Auswirkungen der Klimakrise betreffen die Staaten der Erde auf sehr unterschiedliche Art und Weise. Der Meeresspiegelanstieg ist für Inselstaaten existenzbedrohend, wohingegen dieser Österreich nicht direkt betrifft. Die spezifischen ökologischen Auswirkungen der Klimakrise auf Österreich finden sich in Kapitel 2.3 Klimakrise in Österreich. Die österreichspezifischen ökonomischen Auswirkungen der Klimakrise sind in Kapitel 3.3 Folgekosten der Klimakrise für Österreich beschrieben.

Veränderung der globalen mittleren Jahrestemperatur, bezogen auf 1980-1999 (°C)

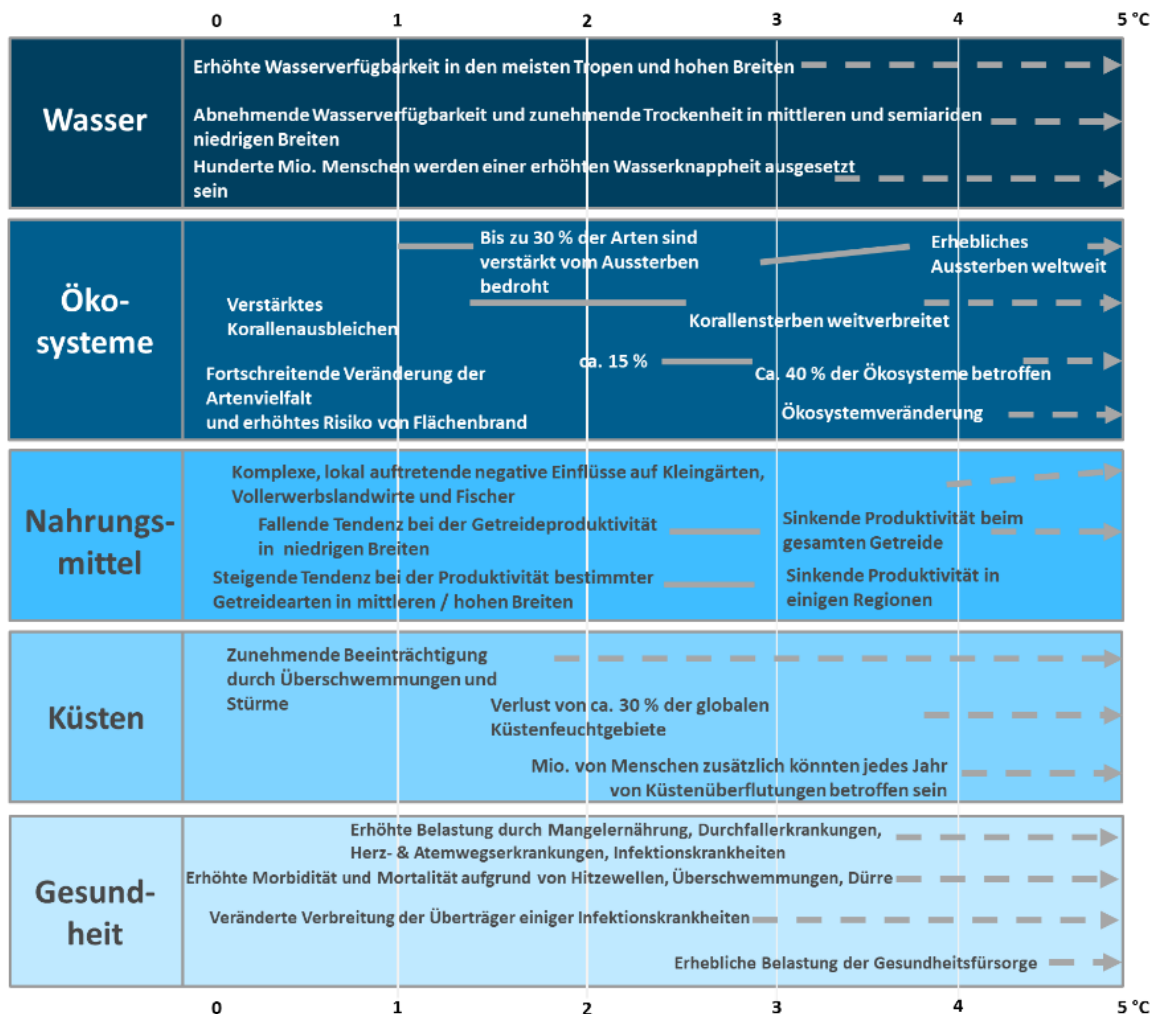


Abbildung 2: Prognostizierte Auswirkungen der Klimakrise abhängig von der Temperaturzunahme (Quelle: IPCC, Vierter Sachstandsbericht 2007; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

2.2 Anpassung an die Klimakrise

Maßnahmen zur Anpassungen an die vom Menschen verursachte Klimakrise werden als Klimawandel-Anpassung bezeichnet. Klimawandel-Anpassung klingt eher verharmlosend; damit sind die Schutzmaßnahmen gemeint, um sich vor den Schäden der Klimakrise zu schützen und damit umzugehen.¹

Die Klimakrise ist seit einigen Jahrzehnten keine Dystopie mehr, sondern schon in der Gegenwart spürbar. Klimaschutz ist ein für das Erhalten lebensfreundlicher Bedingungen in der Zukunft unabdingbar. Die in Kapitel 2.1 genannten globalen Auswirkungen manifestieren sich jedoch schon heute, je nach geografischer Lage und Exposition in verschiedenster Art. Spätestens seit dem historischen Übereinkommen von Paris im Jahr 2015 ist die Klimawandel-Anpassung integraler Bestandteil der Klimapolitik.

¹ Es wird auf Kapitel 1.1 Kommunikation in der Klimakrise verwiesen.

Um sich auf die Folgen der Klimakrise einzustellen und deren Risiken und Schäden möglichst vorzubeugen, wurden auf internationaler wie nationaler Ebene Strategien für eine Anpassung an den Klimawandel entwickelt.

Die im Jahr 2013 veröffentlichte EU-Klimawandel-Anpassungsstrategie verfolgt drei Schwerpunktziele:

- Förderung von Anpassungsmaßnahmen in den EU-Mitgliedstaaten,
- Stärkung der Wissensbasis über die Klimakrise und Anpassung (z. B. Plattform Climate-ADAPT) für faktenbasierte Entscheidungen sowie
- Integration von Klimawandel-Anpassung in alle Politikbereiche der EU.

Die Strategie wird aktuell überarbeitet und soll im Jahr 2021 veröffentlicht werden.

Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel wurde im Jahr 2012 beschlossen und im Jahr 2017 aktualisiert. Die Strategie enthält 14 Aktionsfelder mit Themenschwerpunkten aus den Bereichen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, Energie, Tourismus, Raumordnung, Verkehr, Wirtschaft und Stadtentwicklung.

Einige konkrete Beispiele für Klimawandel-Anpassungsmaßnahmen sind Bauwerksbegrünungen, Umgang mit Trockenheit und Schädlingsdruck, Urban Gardening, Vorsorge für Starkregen-Schäden, Wissensspiele zum besseren Verständnis der Klimakrise, lokale Klimawandel-Anpassungsstrategien und Fördereinreichungen (z. B. Klimainvestitionen).

Der Klima- und Energiefonds begleitet Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR). Das Projekt KLAR! unterstützt Gemeinden in Regionen, die sich den Herausforderungen der Klimakrise stellen und sich an diese anpassen wollen.

2.3 Klimakrise in Österreich

Die Klimakrise hat vielfältige Auswirkungen auf die Ökonomie und Ökologie in Österreich. Der Österreichische Sachstandsbericht Klimawandel 2014 zeigt die Auswirkungen der Klimakrise auf die ökologische Umwelt in Österreich. Der nächste Sachstandsbericht ist für 2024 geplant.

Im Rahmen des Projekts The Costs of Inaction for Austria – Climate change impacts transmitted by international trade (COINT-INT) wurden die ökonomischen Auswirkungen der globalen Klimakrise auf Österreich abgeschätzt. Mehr dazu im Kapitel 3.3 Folgekosten der Klimakrise für Österreich.

Der Österreichische Sachstandsbericht Klimawandel zeigt, dass seit 1880 die Temperatur in Österreich um nahezu 2 °C angestiegen ist; bis 2100 ist eine Erwärmung um durchschnittlich bis zu 4 °C zu erwarten, mit stärkeren Zunahmen in alpinen Lagen (basierend auf pessimistischen RCP 8.5 Szenario, ÖKS15). Konkret sind durch den unnatürlichen Temperaturanstieg bereits die im Folgenden angeführten Auswirkungen zu beobachten, die sich abhängig von den eintreffenden Szenarien und damit den konkreten Klimaschutzmaßnahmen entwickeln werden. Der ÖKS15-Bericht zeichnet dabei die verschiedenen hochauflösenden Klimaszenarien für Österreich auf, sowohl für die nahe (bis 2050) als auch für die ferne Zukunft (bis 2100). Diese umfassende Analyse der vielschichtigen Aspekte des Klimawandels und der dahinterliegenden Prozesse fungiert als Basiswerk für die nötigen Aktivitäten und möglichen Handlungsoptionen in der Klimawandel-Anpassung, die auf lokaler Ebene getroffen werden müssen. Die Erkenntnisse des ÖKS15 dienen also letzten Endes für eine zielgerichtete Umsetzung der Österreichischen Klimawandel-Anpassungsstrategie.

- Mit dem Temperaturanstieg in den letzten 130 Jahren wurde in Westösterreich eine Zunahme der jährlichen Niederschlagsmengen um etwa 10–15 % registriert. Im Südosten Österreichs wurden hingegen geringere Niederschläge verzeichnet. Im 21. Jahrhundert sind eine Zunahme der Niederschläge im Winterhalbjahr und eine Abnahme der Niederschläge im Sommerhalbjahr zu erwarten. Die maximalen Tagesniederschlagssummen und damit Starkniederschläge werden in ferner Zukunft ebenso zunehmen (ÖKS15).
- In den letzten Jahren hat die jährliche Sonnenscheindauer an den Bergstationen der Alpen um rund 300 Stunden zugenommen. In Tallagen nahm die Sonnenscheindauer aufgrund der Zunahme der Bevölkerung und erhöhter Luftverschmutzung ab.
- Die Dauer der Schneebedeckung hat sich in den letzten Jahrzehnten vor allem in mittelhohen Lagen verkürzt. Durch den Temperaturanstieg ist eine weitere Abnahme der Schneedeckenhöhe in tiefen und mittleren Lagen zu erwarten (ZAMG 2017).
- Gleichzeitig wurde beobachtet, dass alle vermessenen Gletscher Österreichs seit 1980 deutlich an Fläche und Volumen verloren haben. Ein weiterer Rückgang der Gletscherfläche ist zu erwarten.
- Auch Temperaturextreme haben sich eklatant verändert. Kalte Nächte sind seltener geworden, heiße Nächte dafür häufiger. Eine Fortsetzung dieser Entwicklung ist zu erwarten. Auch die Häufigkeit von Hitzewellen und Hitzetagen wird zunehmen. In der Bundeshauptstadt Wien zum Beispiel steigt die Anzahl der Hitzetage von durchschnittlich 5 in der Periode 1971–2000 auf bis zu 41 im Jahr 2100 (ÖKS15-Wien).
- Veränderungen in der Frequenz und Intensität von Extremwetterereignissen (Starkregen, Dürre, Hitze) haben signifikante Auswirkungen auf die Volkswirtschaft Österreichs und die dadurch entstehenden Schadenskosten. Neben Extremereignissen führen auch graduelle Temperatur- und Niederschlagsänderungen zu ökonomischen Auswirkungen, z. B. in Form sich verändernder Ertragspotenziale in der Land- und Energiewirtschaft.
- Direkte und indirekte gesundheitliche Probleme durch Hitze: Beispielsweise nehmen Herz- und Kreislaufprobleme und vermehrte Schlafstörungen zu, ebenso wie gesundheitliche Probleme durch Luftverschmutzung. Die gesundheitlichen Folgen wirken sich negativ auf die Lebensqualität und Produktivität der Menschen aus und erhöhen die Kosten für das Gesundheitssystem.
- Auch für das österreichische Stromnetz bedeuten Extremwetterereignisse eine besondere Herausforderung. Sehr heiße Sommer, Stürme, Hochwasser und Schneelasten können zu Stromausfällen führen.
- In Gebirgsregionen nehmen Rutschungen, Muren, Steinschlag und andere Massenbewegungen z. B. durch veränderten Niederschlag, auftauenden Permafrost und Rückgang von Gletschern deutlich zu.
- Die Folgen für die Landwirtschaft gestalten sich ambivalent. Die Biomasseproduktivität wird in niederschlagsreichen Gebieten zunehmen, in trockenen Lagen wird die Produktivität abnehmen. Die Vegetationsperiode verlängert sich durch den Temperaturanstieg in Österreich um durchschnittlich 20 Tage. Besonders stark tritt diese Verlängerung am Alpenhauptkamm oder im nördlichen Alpenvorland auf, wo eine Verlängerung der Vegetationsperiode um bis zu 50 Tage bis zum Jahr 2100 möglich ist. (ÖKS15) Auch werden sich in der Land- und Forstwirtschaft durch höhere Temperaturen vermehrt wärmeliebende Schädlinge ausbreiten, gleichzeitig leiden Nutztiere durch Hitzeperioden.

Mehr zum Thema

ZAMG: Natürliche Treibhausgase

[\[https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimasystem/antriebe/natuerliche-treibhausgase\]](https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimasystem/antriebe/natuerliche-treibhausgase)

IPCC: Sachstandsberichte und Sonderberichte

[\[https://www.de-ipcc.de/128.php\]](https://www.de-ipcc.de/128.php)

Aktivitäten zur Klimawandel-Anpassung in Österreich

[\[https://www.klimawandelanpassung.at/\]](https://www.klimawandelanpassung.at/)

Klima- und Energiefonds: Klimawandel-Anpassungsmodellregionen

[\[https://klar-anpassungsregionen.at/\]](https://klar-anpassungsregionen.at/)

The Costs of Inaction for Austria - Climate change impacts transmitted by international trade (COINT-INT)

[\[https://coin-int.ccca.ac.at/ergebnisse/\]](https://coin-int.ccca.ac.at/ergebnisse/)

Climate Change Centre Austria – CCCA: Sachstandsbericht 2014

[\[https://ccca.ac.at/wissenstransfer/apcc/aar14\]](https://ccca.ac.at/wissenstransfer/apcc/aar14)

Klima und Energiefonds 2015: Die Folgeschäden des Klimawandels in Österreich

[\[https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/KLIENACRP-in-EssenceSonderhaft-COINKlimawandel.pdf\]](https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/KLIENACRP-in-EssenceSonderhaft-COINKlimawandel.pdf)

Konsortium: ZAMG, WEGC, Z_GIS: Endbericht I ÖKS 15 - Klimaszenarien für Österreich I Daten – Methoden – Klimaanalyse

[\[https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/anpassungsstrategie/oeks15.html\]](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/anpassungsstrategie/oeks15.html)

3. Volkswirtschaftliche Betrachtung des Klimaschutzes

3.1 Globale Folgekosten der Klimakrise

Durch die voranschreitende Klimakrise verstärken sich die negativen Auswirkungen auf Mensch und Natur, aber auch auf die Wirtschaft. Einige dieser Auswirkungen lassen sich sogar ziemlich genau monetär bewerten, wie beispielsweise Schäden, welche durch Hochwasser oder Dürren entstehen. Es gibt jedoch auch Folgen, welche sich nicht so leicht monetär bewerten lassen, wie beispielsweise der Verlust von Biodiversität. Dennoch müssen diese Schäden genauso ernst genommen werden, wie jene die sich quantifizieren lassen.

Mit der Einschätzung der globalen Folgekosten einer inkonsequenten Klimapolitik haben sich in der Vergangenheit viele Forscher*innen beschäftigt, so auch Nicholas Stern, ein ehemaliger Chefökonom der Weltbank und Träger des Nobelpreises für Wirtschaftswissenschaften. In seinem Bericht „The Stern Review on the Economics of Climate Change“ (übersetzt: Der wirtschaftliche Aspekt der Klimakrise) aus dem Jahr 2006 stellt er die Kosten einer Fortführung des Status quo dem Nutzen einer konsequenten Klimapolitik gegenüber (Stern 2006). Er kommt zu dem Schluss, dass der Nutzen einer zeitnahen und konsequenten Klimapolitik die Kosten einer Fortsetzung des Status quo weit übertreffen. Bei einer generellen Untätigkeit ergaben seine Modellrechnungen den Verlust von 5 % des globalen Bruttoweltproduktes (BWP) pro Jahr. In einem Worst-Case-Szenario könnte dies sogar bis zum Verlust von 20 % der globalen Wirtschaftsleistung führen. Demgegenüber stünden die Kosten einer konsequenten Klimapolitik, welche jedoch nur 1 % der globalen Wirtschaftsleistung betragen würde. Daraus schließt Nicholas Stern, dass Untätigkeit in Sachen Klimaschutz der Weltgemeinschaft weit teurer kommen würde als eine stringente Klimapolitik.

Rezentere Studien, wie jene der Economist Intelligence Unit, haben in einer umfassenden Studie die 82 größten Volkswirtschaften untersucht. Das Ergebnis der Studie zeigte, dass im Jahr 2050 das BWP um 3 % niedriger sein könnte (Economist Intelligence Unit 2019). In absoluten Zahlen bedeutet das einen Verlust von 6,6 Billionen Euro. Des Weiteren wurden die Länder nach acht Indikatoren bewertet, welche ihre Resilienz in Bezug auf die Klimakrise einschätzen sollen. Dabei zeigte sich, dass die Senkung der Wirtschaftsleistung regional sehr unterschiedlich ist. So hat etwa Afrika die geringste Resilienz gegen die Klimakrise und würde daher ein um 4,7 % geringeres BIP im Jahr 2050 verzeichnen. Hingegen würde Westeuropa eine kleinere Senkung des BIPs von 1,7 % zu erwarten haben.

Doch Schäden durch die Klimakrise-bedingten Ereignisse sind nicht nur ein Problem der Zukunft, sondern auch der Gegenwart. So haben Katherine Kramer und Joe Ware die Schäden durch die 15 größten Extremwetterereignisse für das Jahr 2019 erhoben (Kramer und Ware 2019). Ihre Untersuchung hat ergeben, dass diese Ereignisse Schäden im Wert von mindestens 83 Mrd. Euro angerichtet haben. Dabei wurden jedoch nur diese 15 Extremwetterereignisse untersucht und kleinere Extremwetterereignisse sowie andere Effekte noch gar nicht beachtet. Der Bericht erwähnt außerdem, dass solche Extremwetterereignisse durch eine fortschreitende Klimakrise häufiger und in höherer Intensität auftreten werden.

3.2 Folgekosten der Klimakrise für die Europäische Union

Auch die Europäische Kommission, genauer gesagt das Joint Research Center (JRC), beschäftigt sich in regelmäßigen Abständen mit den wirtschaftlichen Implikationen der Klimakrise für den europäischen Raum in dem Projekt namens PESETA (Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the EU based on bottom-up Analysis). In ihrem Bericht beziffert das Forscherteam den Wohlstandsverlust bei einer globalen Erhitzung von 4 °C, bezogen auf die gegenwärtige globale Wirtschaft, mit ungefähr 1,9 % der Wirtschaftsleistung (jährlich 240 Mrd. Euro). Dabei wurden jedoch nur die folgenden sechs Kategorien untersucht: Haushaltsenergieverbrauch, Überflutungen an Küsten und im Inland, Arbeitsproduktivität, Landwirtschaft und hitzebedingte Todesfälle. Weitere Effekte wurden nicht berücksichtigt. Würde die Klimaerhitzung auf 2 °C begrenzt werden, könnten die jährlichen Schäden deutlich auf etwa 0,65 % der globalen Wirtschaftsleistung verringert werden (83 Mrd. Euro).

3.3 Folgekosten der Klimakrise für Österreich

In Österreich wurde eine Folgekostenabschätzung durch das Wegener Center im Juni 2020 durchgeführt. Dabei kommt das Forscherteam zu dem Schluss, dass ein Nichthandeln weitaus teurer ist als eine konsequente Klimapolitik (Steininger, et al. 2020).

Insgesamt werden sich die Schäden für Österreich bis zum Jahr 2030 in einem Bereich zwischen 2,5 und 5,2 Mrd. Euro pro Jahr bewegen, welche sich nochmals auf 4,3 bis 10,8 Mrd. Euro bis zum Jahr 2050 erhöhen werden. Alleine die öffentliche Hand gibt schon heute jährlich rund 1 Mrd. Euro für Anpassungen an die Klimakrise und rund 2 Mrd. Euro (durchschnittlich in den letzten Jahren) für wetter- und klimabedingte Schäden aus. Die Kosten für die öffentliche Hand zur Deckung von wetter- und klimabedingten Schäden werden bis 2030 sogar auf 3 bis 6 Mrd. Euro steigen, bis 2050 werden sich diese Kosten nochmals verdoppeln.

Die projizierten jährlichen Kosten von bis zu 10,8 Mrd. Euro bis 2050 teilen sich auf unterschiedliche Bereiche auf. Manche Bereiche sind stärker betroffen:

Die größten quantifizierbaren Schäden werden im **Gesundheitsbereich** erwartet (siehe Abbildung 3). Dort wird die Zahl der hitzebedingten Todesfälle im Jahr 2050 auf rund 3.000² Menschen steigen (Steininger, König, et al. 2015). Zum Vergleich: Zwischen 2016 und 2019 starben jährlich zwischen 0 bis 550 Menschen an einem Hitzetod. Zukünftige Hitzeperioden könnten zu Spitzenlasten im Gesundheitssystem führen. Außerdem beeinflusst der Hitzestress die Leistungsfähigkeit des Menschen, was sich auch auf das medizinische Personal auswirkt. In der Studie wird bis zum Jahr 2050 mit Mehrkosten für das Gesundheitssystem von bis zu 5,7 Mrd. Euro gerechnet.

Bis 2050 werden im Bereich **Katastrophenmanagement** Kosten durch Flusshochwasser im Wert 3,3 Mrd. Euro anfallen. Andere Extremereignisse wie Sturmschäden sind hier nicht quantifiziert und könnten diese Zahl noch weiter nach oben treiben.

Auch in der **Energiewirtschaft** würden erhöhte Kosten durch stärkere Trockenperioden, welche vor allem der Wasserkraft zu schaffen machen, anfallen. Zusätzlich mit der Verschiebung der Last in die Sommermonate durch einen erhöhten Kühlbedarf könnte dies bis 2050 zu Nettokosten von 1,1 Mrd. Euro führen.

² Hitze-Mortalitätsmonitoring der AGES <https://www.ages.at/themen/umwelt/informationen-zu-hitze/hitze-mortalitaetsmonitoring/> (Zugriff am 08.12.2020)

Im **Gebäudebereich** treten zweierlei Effekte auf: Einerseits steigt die Kühllast durch wärmere Sommer und andererseits sinkt der Heizbedarf im Winter. Dadurch würde es zu Nettokosteneinsparungen von bis zu 350 Mrd. Euro kommen.

Auch im **Tourismussektor** zeigen sich positive und negative Effekte. Jedoch übersteigen die Einbußen des Wintertourismus die Zunahme im Sommertourismus, womit jährliche Nettoschäden im Wert von bis zu 350 Mio. Euro bis 2050 entstehen.

In der **Forstwirtschaft** wird es vor allem zu einer Verringerung der Produktivität der Wälder und zu erhöhten Bewirtschaftungskosten (durch beispielsweise zunehmenden Borkenkäferbefall) kommen. Betroffen davon sind vor allem Wälder im östlichen und nordöstlichen Flachland. Die Bergwälder können hingegen von einer länger andauernden Vegetationsperiode profitieren. Netto werden jährlich Kosten in der Höhe von 470 Mio. Euro bis zum Jahr 2050 erwartet.

Die Folgekosten für eine unzureichende Klimapolitik könnten jedoch noch höher ausfallen, denn bisher wurden nur Schäden aufgezählt, welche eindeutig quantifiziert werden können. Es gibt auch Auswirkungen, welche nicht genau gemessen werden können (siehe hellblauen Balken in Abbildung 3). Diese unquantifizierbaren Schäden könnten die tatsächlichen jährlichen Kosten bis 2050 noch deutlich erhöhen.

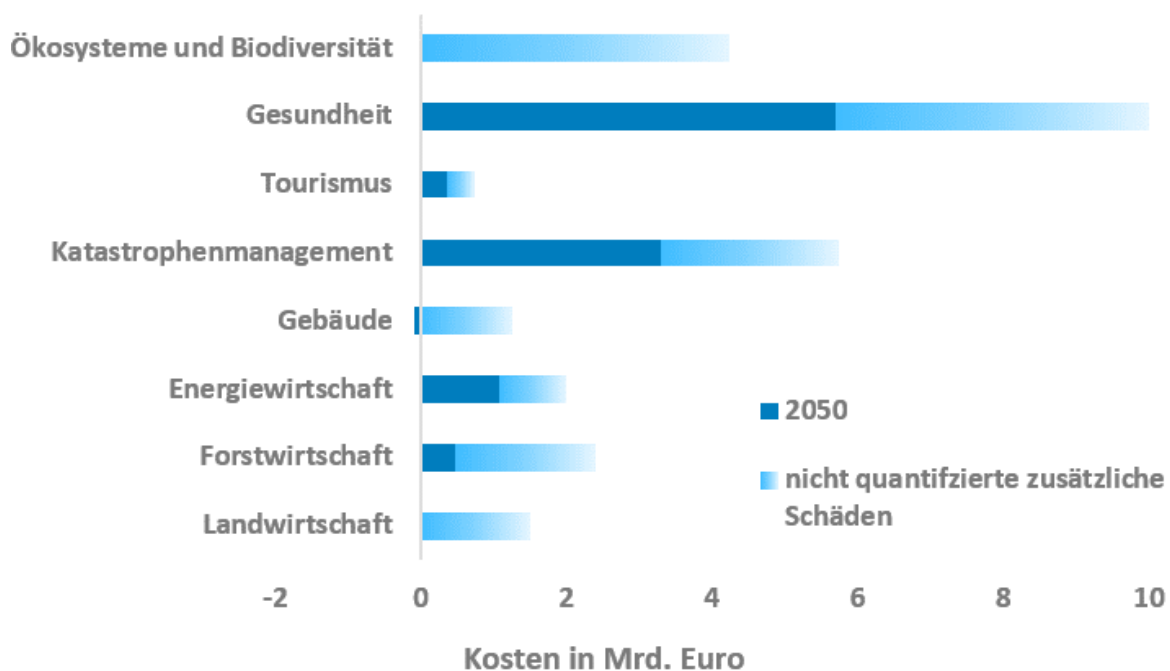


Abbildung 3: Prognostizierte jährliche Schäden durch die Klimakrise in Österreich 2050 (Quelle: Steininger et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

3.4 Globale Chancen durch Klimaschutz

Ein Bericht aus dem Jahr 2018 der Globalen Kommission für Wirtschaft und Klima³ hat den ökonomischen Nutzen einer mutigen Klimapolitik auf 26 Billionen US-Dollar oder 21,5 Billionen Euro bis 2030 eingeschätzt⁴ (New Climate Economy 2018).

Auch die Europäische Kommission zeigt die Vorteile einer konsequenten Klimapolitik auf⁵. Folgende Nutzen entstehen bei einem Umstieg auf eine klimafreundliche Gesellschaft und Wirtschaft:

- Schaffung neuer und grüner Arbeitsplätze
 - Im Bereich Umweltorientierte Produktion und Dienstleistungen arbeiten schon heute mehr als 4 Mio. Menschen.
 - Alleine die Erreichung des Zieles, den Anteil erneuerbarer Energie auf 20 % zu steigern, schafft über 400.000 Arbeitsplätze.
- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit
- Wirtschaftswachstum
- Reinere Luft
 - Eine reinere Luft durch weniger Luftverschmutzung führt zu Einsparungen im Gesundheitssystem.
- Sichere und unabhängigere Versorgung mit Energie und andere Ressourcen
 - Eine Verlagerung der Energieerzeugung auf die lokale Ebene durch erneuerbare Energien kann die Abhängigkeit von Energieimporten senken. So sollen etwa Kosten für Brennstoffeinfuhren um 330 Mrd. Euro im Jahr 2050 eingespart werden.

3.5 Klimaschutz und sein Nutzen für Österreich

Die Statistik Austria erhebt jährlich Daten für den Bereich Umweltorientierte Produktion und Dienstleistung⁶, welcher alle Aktivitäten im Umweltsektor einbezieht. Dabei werden alle Branchen miteingerechnet, welche in der Herstellung von Produkten sowie der Bereitstellung von Technologien und Dienstleistungen Umweltschäden vermeiden und natürliche Ressourcen erhalten, wie beispielsweise erneuerbare Energien, nachhaltiges Bauen und Sanieren sowie Wasser- und Abwassermanagement. Im Jahr 2018 belief sich die Anzahl der „Green Jobs“ in Österreich auf rund 183.000 Beschäftigte. Der Umsatz der gesamten Umweltwirtschaft betrug im Jahr 2018 36,9 Mrd. Euro.

Eine vom damaligen BMVIT (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) 2017 herausgegebene Analyse zeigt die wirtschaftliche Bedeutung der österreichischen Umweltindustrie (BMVIT 2017). In der langjährigen Betrachtung zeigt sich ein kontinuierlicher Wachstumstrend. Das Umsatzwachstum im Vergleich mit dem Jahr 2011 zeigt für das Jahr 2015 einen Umsatzanstieg von rund 18 %. Der Gesamtumsatz der umwelttechnischen Aktivitäten beträgt im Jahr 2015 12,3 Mrd. Euro. 41.400 der heimischen Arbeitsplätze sind

³ Original: Global Commission on the Economy and Climate, ein Zusammenschluss mehrerer Forschungseinrichtungen und internationaler Organisationen

⁴ Im Vergleich zu einem Business-as-usual-Szenario

⁵ Nutzen der Klimapolitik https://ec.europa.eu/clima/citizens/benefits_de (Zugriff am 08.12.2020)

⁶ Environmental Goods and Services Sector (EGSS)

https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/umwelt/umweltorientierte Produktion_und_dienstleistung/index.html (Zugriff am 08.12.2020)

dem Wirtschaftszweig der Umwelttechnikindustrie zuordenbar, dies entspricht einem Wachstum von 9 % für denselben Zeitraum. Die Exporte sind seit dem Jahr 1997 von anfangs 1,5 Mrd. Euro um mehr als das 4,5-Fache im Jahr 2015 auf rund 7 Mrd. Euro gestiegen.

Im Zeitraum 2014 bis 2016 erzielten Umwelttechnologien in Österreich ein durchschnittliches Wachstum der Bruttowertschöpfung von 23,7 %. Zum Vergleich: Das Wirtschaftswachstum real gesamt in diesem Zeitraum betrug nur 3,8 %. Der Anteil der Umwelttechnikindustrie am BIP beträgt rund 3 %.

Die österreichische Umwelttechnikindustrie zeichnet sich somit durch eine kontinuierlich steigende Wirtschaftsleistung aus. Innerhalb der Branche gewinnen die sauberen Energietechnologien immer mehr an Bedeutung. Im Jahr 2011 lag das Umsatzvolumen in diesem Segment bei rund 6,6 Mrd. Euro und die Beschäftigung bei knapp 25.000 Personen, während das Umsatzvolumen im Jahr 2016 knapp 9 Mrd. Euro betrug und die Zahl der Beschäftigten über 30.000. Die wichtigsten Technologiegruppen im Bereich der sauberen Energietechnologien sind KWK-Anlagen, Anlagentechnik, energieeffiziente Technologien und Photovoltaik, die jeweils einen Anteil am Umsatz mit sauberen Energietechnologien zwischen 11 % und 30 % haben.

Mehr zum Thema

Stern Review: The Economics of Climate Change

[\[https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/\]](https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/the-economics-of-climate-change-the-stern-review/)

Climate Change Centre AUSTRIA: COIN Studie

[\[https://ccca.ac.at/wissenstransfer/coin\]](https://ccca.ac.at/wissenstransfer/coin)

Europäische Kommission: Climate impacts in Europe (PESETA III) [\[https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iii\]](https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iii)

New Climate Economy Report [\[https://newclimateeconomy.report/2018\]](https://newclimateeconomy.report/2018)

Wegener Center: Klimapolitik in Österreich [\[https://unipub.uni-graz.at/obvugrveroeff/content/titleinfo/5201636\]](https://unipub.uni-graz.at/obvugrveroeff/content/titleinfo/5201636)

BMVIT 2017: Österreichische Umwelttechnik – Motor für Wachstum, Beschäftigung und Export [\[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe/201717-oesterreichische-umwelttechnik.pdf\]](https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe/201717-oesterreichische-umwelttechnik.pdf)

EurObser'ER Report 2020 [\[https://www.eurobserv-er.org/\]](https://www.eurobserv-er.org/)

4. Internationale Abkommen in der Klimakrise

Die Klimakrise ist eine globale Herausforderung und benötigt neben den konkreten Maßnahmen auf Länderebene langfristige Abkommen für eine klimaneutrale Zukunft. Ebenso wie das internationale UN-Klimaschutzabkommen gibt es auf EU-Ebene und auf nationaler Ebene Strategien zur Reduktion der Treibgasemissionen auf null.

4.1 Internationale Klimaabkommen

Vor rund 50 Jahren hat der Club of Rome in seinem Bericht „Die Grenzen des Wachstums“ auf die immensen Auswirkungen des menschlichen Wirtschaftens hingewiesen und somit den Boden bereitet für internationale Klimaabkommen. Zahlreiche Konferenzen (COP – Conference of the Parties) und Abkommen (z. B. Kyoto-Protokoll) folgten dem Club of Rome und seinen eindringlichen Appellen, wirtschaftliches Handeln umweltverträglich zu gestalten.

Das Pariser Klimaschutzabkommen der Vereinten Nationen hat im Jahr 2015 ein neues Zeitalter der internationalen Klimaschutz-Zusammenarbeit eingeläutet und den internationalen klimapolitischen Durchbruch gebracht. Konkret verpflichteten sich nahezu alle Staaten der Erde dazu, die Erderhitzung auf deutlich unter +2 °C, möglichst auf +1,5 °C, im Vergleich zu vorindustriellen Levels zu begrenzen.

Erstmals vereinbarten Industrie- und Schwellenländer, gemeinsam gegen die Klimakrise vorzugehen. Die Vereinbarung von Paris ist ein Startschuss für alle beteiligten Vertragsparteien: Sie kündigt die Befreiung vom fossilen Zeitalter an, dem Zeitalter von Kohle, Erdöl und Erdgas.

Zur Zielerreichung wird für jedes Land, das den Vertrag unterfertigt hat, ein nationaler Beitrag kalkuliert, welcher in einem Intervall von fünf Jahren angepasst wird. Als Schwachpunkte des Abkommens gelten jedoch der Verzicht auf verbindliche Ziele für die Treibhausgasemissionen und die fehlende Einklagbarkeit der im Vertrag genannten Hilfen für Klimaschäden in armen Staaten. Das Abkommen ist zwar völkerrechtlich bindend, jedoch drohen keine Strafen bei Missachtung der Vertragspunkte.

Die Covid-19-Pandemie wird von vielen Expertinnen und Experten als Risiko für die Zielerreichung bis 2050 gesehen. Viele Staaten sind stark von der Pandemie betroffen, was zu großen wirtschaftlichen Einbußen geführt hat, während gleichzeitig umfangreiche staatliche Unterstützungsprogramme eingeleitet wurden. Der Fokus auf die Covid-19-Krise sowie die große finanzielle Belastung vieler Staatshaushalte könnten dazu beitragen, dass sich die Umsetzung notwendiger Klimaschutzmaßnahmen und Investitionen verzögert. Die Auswirkungen der Klimakrise sind jedoch viel langfristiger und umfangreicher als die der aktuellen Pandemie. In vielen Ländern der Erde werden daher Aufbauhilfen für die Wirtschaft an Nachhaltigkeitskriterien geknüpft. Auf diese Weise soll eine Wiederbelebung der Wirtschaft in Richtung nachhaltige Entwicklung ermöglicht werden, um dem möglichen Verzögerungseffekt durch die Pandemie entgegenzuwirken.

4.2 Clean Energy for all Europeans

Die Mitgliedsstaaten der EU-27 sind zu ca. einem Viertel für die globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Die Bestrebungen auf europäischer Ebene für eine klimaneutrale Zukunft sind somit elementar. Das gemeinsame Klimaziel der EU bis 2030 sieht eine Reduktion der Treibhausgasemission um 55 % vor. Bis zum Jahr 2050 möchte die Europäische Union Klimaneutralität erreicht haben. Als Referenzjahr gilt jeweils das Jahr 1990. Die Treibhausgasreduktion erfolgt im Einklang und vor dem Hintergrund, ebenso wie das Pariser Klimaschutzabkommen der Vereinten Nationen, den Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 °C zu halten und Anstrengungen zu unternehmen, um ihn auf 1,5 °C zu begrenzen.

Konkrete Ziele bis zum Jahr 2030 sehen die Senkung der Treibhausgasemissionen um 55 % vor, die Erhöhung des Anteils der Energie aus erneuerbaren Quellen auf mindestens 32 % sowie die Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 32,5 %.

Zur Umsetzung der Ziele werden aktuell zahlreiche Richtlinien (z. B. Erneuerbaren-Richtlinie, Energieeffizienz-Richtlinie, Europäisches Klimaschutzgesetz etc.) überarbeitet, welche anschließend in nationale Gesetze umgesetzt werden und für die Mitgliedsstaaten verbindlich sind.

Strittige Punkte sind i. d. R., welche Arten von erneuerbaren Energiequellen als solche gelten, beispielsweise sieht Frankreich Atomstrom als klimaneutral an. Die Unterstützung von Ländern, welche sehr stark von fossilen Energiequellen abhängig sind, wie bspw. Polen, oder die Beantwortung der Frage, welche Energiequellen bei der Umstellung auf welche als förderwürdig gelten sollen (z. B. auch Erdöl auf Erdgas oder ausschließlich fossil auf erneuerbar), sind ebenfalls Aspekte, die weiteren Abstimmungsbedarf benötigen.

4.3 Europäischer Grüner Deal

Im Dezember 2019 stellte die EU-Kommission den „Green Deal“ der EU vor, der als Fahrplan auf dem Weg hin zur Klimaneutralität dienen soll. In ihm wurde das Ziel festgehalten, bis 2050 in Europa keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freizusetzen und das Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung vollständig abzukoppeln.

Er umfasst einen Aktionsplan zur Förderung von effizienter Ressourcennutzung und dem Umstieg auf eine kreislauforientierte Wirtschaft. Auch die Biodiversität in der EU soll mithilfe des neuen Plans geschützt und wiederhergestellt werden. Der Grüne Deal beinhaltet die notwendigen Investitionen und zeigt auch auf, wie diese finanziert werden sollen. Der Investitionsplan für den europäischen Grünen Deal sieht vor, innerhalb der nächsten zehn Jahre 1 Billion Euro in die Umsetzung der EU-Ziele zu investieren. Der nächste EU-Haushalt von 2021 bis 2027 wird umfassende Mittel hierfür bereitstellen. Insgesamt sollen 25 % des EU-Haushalts für Klimaschutz und Umweltausgaben in diesem Zeitraum aufgewendet werden. Es sollen auch geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden, um nachhaltige Investitionen sowohl aus dem privaten als auch dem öffentlichen Sektor weiter zu fördern. Mithilfe eines Mechanismus für einen gerechten Übergang sollen diejenigen Staaten und Regionen, die am stärksten mit einer Umstellung auf eine umweltfreundliche Wirtschaft zu kämpfen haben, zusätzliche finanzielle Unterstützung im Umfang von 100 Mrd. Euro von 2021 bis 2027 erhalten.

Im Rahmen des Grünen Deals wurden auch die Klimaschutzziele der EU angehoben. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen der EU-Mitgliedstaaten um 55 % statt bisher 40 % gegenüber dem Niveau von 1990 reduziert werden. Mithilfe eines europäischen Klimaschutzgesetzes werden die politischen Ziele auf Ebene der Mitgliedstaaten rechtlich verankert.

Mehr zum Thema

Der Vertragstext des Pariser Klimaschutzabkommens

[\[https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf\]](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/paris_abkommen_bf.pdf)

Europäische Union: Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030

[\[https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de\]](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de)

Europäische Union: Klimaneutralität bis 2050

[\[https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/03_Aktivitaeten/UniNEtZ_SDG13/RefNEKP/EUZiel-Klimaneutralbis2050_Broschuere-2019.pdf\]](https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/03_Aktivitaeten/UniNEtZ_SDG13/RefNEKP/EUZiel-Klimaneutralbis2050_Broschuere-2019.pdf)

Europäische Union: Aktuelle Maßnahmen der EU

[\[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu_de\]](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu_de)

5. Nationale Klimaziele

5.1 Regierungsprogramm

Im österreichischen Regierungsprogramm 2020–2024 wurde als Ziel beschlossen, in Österreich bis 2040 die Klimaneutralität zu erreichen. Im Zuge dessen wird auch die Anpassung der EU-Klimaziele im Einklang mit dem Pariser Klimaabkommen, wie es der Green Deal der EU-Kommission vorsieht, unterstützt. Das Programm beabsichtigt dabei, mittels des Klimaschutzgesetzes verbindliche Reduktionspfade bis 2040, inkl. verbindlicher Zwischenziele für 2030, festzulegen. Hierbei sollen sowohl Gesamt- als auch Sektorziele für alle Pfade definiert werden. Auch die Erfüllung der Effort-Sharing-Ziele im Non-ETS-Bereich (derzeit bis 2030 -36 % gegenüber dem Niveau von 2005) wird mit Blick auf die zu erwartende Erhöhung der EU-Ziele dabei berücksichtigt. Unter dem Non-ETS-Bereich werden diejenigen Sektoren zusammengefasst, die nicht unter das europäische Emissionshandelssystem fallen (Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft sowie Energie und Industrie außerhalb des EU-Emissionshandels). Nachfolgend werden einige der relevanten Klimaschutzbezogenen Vorhaben des Regierungsprogramms näher beschrieben.

Im Bereich der öffentlichen Verwaltung plant die Regierung, die Klimaneutralität mithilfe verbindlicher Klimaschutzrichtlinien für alle Institutionen des Bundes (inkl. nachgelagerter Dienststellen und Unternehmen, die zu 100 % im Eigentum des Bundes stehen) zu fördern und ihre Vorbildwirkung dadurch zu stärken. Öffentliche Neubauten sollen daher im Niedrigstenergiehaus-Standard errichtet werden, mit verpflichtender PV-Anlage, wo technisch und wirtschaftlich möglich. Die Stromversorgung der öffentlichen Verwaltung soll ab 2021 nur noch über 100 % Umweltzeichen-zertifizierten Ökostrom erfolgen. Ziel ist auch, eine 100 % regionale und saisonale Beschaffung in Verbindung mit einer Bio-Quote von 30 % bis 2025 und 55 % bis 2030 umzusetzen.

Im Gebäudesektor soll die Sanierungsrate in Richtung des Zielwertes von jährlich 3 % erhöht werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist eine langfristige und mit den Bundesländern koordinierte Förderoffensive geplant. Auch die Wohnbauförderung soll weiterentwickelt werden, um sich stärker an den Klimaschutzzielen zu orientieren. Des Weiteren sollen Förderprogramme für die thermisch-energetische Sanierung von Nutzgebäuden entwickelt werden. Dabei ist auch die Einführung eines sozialverträglichen Sanierungsgebots geplant. Dieses soll für sich rasch amortisierende Maßnahmen, wie beispielsweise die Dämmung der obersten Geschoßdecke, gelten und durch geförderte Beratungen begleitet werden sowie Ausnahmeregelungen und Schwellenwerte beinhalten, um eine Belastung vulnerabler Gruppen zu vermeiden. Auch die Standards in den Bauvorschriften sollen weiterentwickelt werden.

Ein wichtiger Meilenstein, um die Klimaschutzziele Österreichs bis 2040 zu erreichen, wird der Ausstieg aus Heizöl, Kohle und fossilem Gas in der Raumwärme sein. Daher ist ein Phase-out für Öl und Kohle in der Raumwärme im Regierungsprogramm festgelegt. Ab 2020 sollen in Österreich keine Ölheizungen mehr in Neubauten installiert werden. In den meisten Bundesländern ist dies bereits gesetzlich geregelt. Ab 2021 soll die Installation auch bei der Erneuerung von Ölkesseln in Bestandsgebäuden untersagt werden. Der verpflichtende Austausch von Ölkesseln, die über 25 Jahre alt sind, soll in Form eines Stufenplans ab 2025 umgesetzt werden. Der Stufenplan ist derzeit im Rahmen der Erstellung der Wärmestrategie in Bearbeitung. Spätestens im Jahr 2035 sollen alle derzeit noch bestehenden Ölkessel aus dem Raumwärmemarkt entfernt werden.

Für Gasheizsysteme gilt, dass ab 2025 im Neubau keine Gaskessel/Neuanschlüsse mehr zulässig sein sollen und kein weiterer Ausbau von Gasnetzen zur Raumwärmeversorgung mehr stattfinden soll, ausgenommen Verdichtungen innerhalb bestehender Netze. Des Weiteren soll der Ausbau der Nah- und Fernwärme weiter forciert werden und eine österreichische Wärmestrategie mit der Zielsetzung der vollständigen Dekarbonisierung des Wärmemarktes in Zusammenarbeit mit den Bundesländern erstellt werden.

Die Umstellung des Energieversorgungssystems stellt einen weiteren Schlüsselfaktor für das Erreichen der Klimaneutralität dar. Bis 2030 sollen daher 100 % der österreichischen Stromversorgung national bilanziell mittels Strom aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Dieses Ziel umfasst einen Zubau von rund 27 TWh. Dabei soll bis 2030 eine Photovoltaik-Erzeugungskapazität von 11 TWh zugebaut werden, bei Wind beträgt das Ziel 10 TWh, bei Wasserkraft 5 TWh und bei Biomasse 1 TWh. Die Abhängigkeit von Energieimporten soll generell durch die verstärkte Nutzung von in Österreich vorhandenen Ressourcen zur nachhaltigen Erzeugung von erneuerbarer Energie in allen Anwendungsbereichen (Strom, Wärme und Kälte, Mobilität) reduziert werden. Auch Wasserstoff soll als Speichermedium stärker genutzt werden. Bis 2030 sollen 5 TWh an „grünem Gas“ (Biomethan, grüner Wasserstoff und synthetisches Gas auf Basis erneuerbaren Stroms) ins Gasnetz eingespeist werden.

Für einen stabilen Netzbetrieb sind jedoch ausreichende Reservekapazitäten erforderlich. Die notwendige Investitions- und Betriebssicherheit wird mithilfe einer Bedarfsprognose bzw. Evaluierung festgestellt, mit besonderem Augenmerk auf der Einbindung erneuerbarer Energieträger. Die Losgrößen sollen daher reduziert und Pooling ermöglicht werden, um kleineren Erzeugungsanlagen und industriellen Anlagen die Teilnahme am Reservekapazitätsmarkt zu erleichtern.

5.2 Nationaler Energie- und Klimaplan (NEKP) und Klima-Langfriststrategie

Im Rahmen der Energieunion entwickelte die EU ein Governance-System. Dieses soll sicherstellen, dass die Klima- und Energieziele auf europäischer Ebene eingehalten werden und jeder Mitgliedstaat seinen Beitrag dazu leistet. Darüber hinaus soll dadurch gewährleistet werden, dass Strategien und Maßnahmen zur Transformation des Energiesystems auf den verschiedenen Ebenen kohärent, komplementär und ausreichend ambitioniert sind. Das Governance-System soll transparent sein und den Mitgliedstaaten Flexibilität und Freiheit zur Festlegung ihres Energiemix ermöglichen. Mitgliedstaaten sind dazu verpflichtet, nationale Energie- und Klimapläne (National Energy and Climate Plans, NECPs) für die Zielerreichung zu erstellen.

Für alle Mitgliedstaaten gilt:

- Konsolidiertes Berichtswesen für Energie und Klima mit jährlichen und zweijährlichen Berichten der Mitgliedstaaten
- Die Europäische Kommission (EK) gibt jährliche Berichte über den Stand der Energieunion heraus.
- Langfristige Strategien waren bis 1.1.2020 vorzulegen und müssen alle zehn Jahre aktualisiert werden.
- Konsistenz zwischen NEKP und langfristiger Strategie
- Zeithorizont mindestens 30 Jahre

Der **Nationale Energie- und Klimaplan (NEKP)** in Österreich setzt sich aus den fünf folgenden Zieldimensionen und den dazugehörigen Politiken und Maßnahmen zusammen: Dekarbonisierung, Energieeffizienz, Sicherheit der Energieversorgung, Energiebinnenmarkt, Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit. Der erste NEKP deckt den Zeitraum 2021 bis 2030 ab. Er enthält neben den Zielen und Maßnahmen auch eine analytische Basis der aktuellen Situation und bereits vorhandener Maßnahmen in den unterschiedlichen Zieldimensionen. Das

aktuelle Regierungsprogramm und der Nationale Energie- und Klimaplan (NEKP) decken sich inhaltlich in weiten Teilen. Die Zieldimensionen und die entsprechenden Politiken werden nachfolgend auszugsweise angeführt.

Zieldimension 1: Dekarbonisierung

Um die Dekarbonisierung voranzutreiben, wird eine Reduktion der Treibhausgasemissionen in den Nicht-Emissionshandelssektoren im Zeitraum 2021 bis 2030 um 36 % gegenüber 2005 angestrebt. Das Klimaschutzgesetz setzt diese Emissionshöchstmengen für insgesamt sechs Sektoren fest, die außerhalb des Emissionshandels in der Europäischen Union liegen (Energie und Industrie außerhalb des EU-Emissionshandels, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und Fluorierte Gase). Der Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch soll bis 2030 auf 46–50 % gesteigert werden. 2018 lag der Anteil bereits bei 33,4 %. 100 % des Gesamtstromverbrauchs sollen ebenfalls im Jahr 2030 durch erneuerbare Energiequellen national bilanziell abgedeckt werden.

Das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz soll im Jahr 2021 in Kraft treten und die Rahmenbedingungen für den beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung und die Einbringung von erneuerbarem Gas in das Energiesystem schaffen.

Zu den weiteren geplanten Maßnahmen gehört der Ausstieg aus Ölheizungen im Neubau, der in allen Bundesländern ab spätestens 2020 erfolgen soll. Des Weiteren soll die Sanierungsrate im Wohnbereich von 2020 bis 2030 von aktuell 1 % auf durchschnittlich 2 % angehoben werden, und in öffentlichen Gebäuden des Bundes und der Länder (im Eigentum und genutzt) sollen bis 2030 keine flüssigen fossilen Brennstoffe mehr eingesetzt werden.

Im Verkehrssektor soll der Radverkehrsanteil durch den Masterplan Radfahren landesweit von aktuell 7 % auf 13 % im Jahr 2025 erhöht werden. Auch der öffentliche Verkehr soll gestärkt werden, indem das Mobilitätsangebot attraktiviert und ausgeweitet wird. Vor allem der regionale öffentliche Verkehr soll dabei gefördert werden. Auch Maßnahmen zur THG-Reduktion im Güterverkehr (multimodale Güterverkehrszentren, Maßnahmen zur Ökologisierung der City-Logistik) und eine Elektrifizierungsoffensive im Personen- und Güterverkehr – sowohl Straße als auch Infrastruktur – sollen umgesetzt werden.

Weitere Maßnahmen sind im Bereich Land- und Forstwirtschaft, Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft, Fluorierte Gase sowie Raumnutzung und Flächeninanspruchnahme vorgesehen. Bis 2030 sollen die Maßnahmen, die hier auszugsweise angeführt wurden, gegenüber 2016 zu einer THG-Reduktion von ca. 3 Mio. Tonnen führen.

Zieldimension 2: Energieeffizienz

Im Rahmen dieser Zielsetzung soll die Primärenergieintensität (eine Kennzahl, die das Verhältnis des Primärenergieverbrauchs zum Bruttoinlandsprodukt angibt) in Österreich bis 2030 um 25 bis 30 % gegenüber 2015 reduziert werden. Dies entspricht bei einer Verbesserung um 30 % einem Primärenergieverbrauch von 1.200 PJ. Dieses Ziel soll durch die Evaluierung und Weiterentwicklung des Energieeffizienzgesetzes vorangetrieben werden. Die Energieeffizienz-Richtlinie wird größtenteils im Bundesenergieeffizienzgesetz umgesetzt. Neben dem Energieeinsparverpflichtungsregime werden das übergeordnete Effizienzziel Österreichs, die Vorbildwirkung des öffentlichen Sektors sowie Regelungen zur Bekämpfung von Energiearmut in diesem Gesetz festgelegt. Die Implementierung von Energie- und Umweltmanagementsystemen in KMUs soll ebenfalls gefördert und vorangetrieben werden. Auch gewerbliche und industrielle Abwärme soll in Zukunft verstärkt genutzt werden, um dieses Potenzial zu aktivieren. Die Themen Klimaschutz und Energieeffizienz sollen in der

Bevölkerung als auch der Ausbildung von Fachkräften stärker verankert werden. Die bereits beschriebenen Investitionen in die Gebäudesanierung spielen hier ebenfalls eine maßgebliche Rolle bei der Zielerreichung.

Zieldimension 3: Sicherheit der Energieversorgung

Hier wird das Ziel verfolgt, die Energieversorgungssicherheit zu stärken und unabhängiger von Energieimporten zu werden. Um dies zu erreichen, wird vor allem der Ausbau der erneuerbaren Energietechnologien ausschlaggebend sein. Hierzu zählt auch das Ziel, im Jahr 2030 den Gesamtstromverbrauch zu 100 % (national bilanziell) aus erneuerbaren Energiequellen im Inland zu decken. National bilanziell bedeutet in diesem Zusammenhang, einen ausgeglichenen Saldo von importiertem und exportiertem Strom zu erreichen und den inländischen Bedarf dabei mit erneuerbarer Energie zu decken. Regel- und Ausgleichsenergie zur Stabilisierung des Netzbetriebs und Eigenstromerzeugung im Bereich der Sachgüterproduktion werden für diese Rechnung jedoch nicht berücksichtigt, was bedeutet, dass die Stromerzeugung mittels fossiler Energieträger in diesen Bereichen nicht durch zusätzliche Exporte ausgeglichen werden muss. Um dies zu erreichen, sind ausreichende und jederzeit abrufbare Ausgleichs- und Regelenergiekapazitäten notwendig und zu erhalten. Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke und Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen), die zur Aufrechterhaltung der Strom- und Wärmeversorgung insbesondere in Ballungsräumen notwendig sind, spielen hierbei eine besondere Rolle. Auch die Investitionen in die Speicherinfrastruktur (von Kurzzeitspeichern bis hin zu saisonalen Speichern) und das Übertragungs- und Verteilnetz sollen an den erhöhten Bedarf angepasst werden.

Zieldimension 4: Energiebinnenmarkt

Basierend auf den neuen Entwicklungen soll es einen sozial- und umweltverträglichen Ausbau sowie eine Modernisierung der Netzinfrastruktur geben. Ziel ist auch eine Beschleunigung, Entbürokratisierung und Vereinfachung von Genehmigungsverfahren. Dabei soll der Netzausbau mit dem Ausbau der erneuerbaren Energie synchronisiert werden, während gleichzeitig ausreichend Reservekapazitäten sicherzustellen sind. Auch lokale Initiativen zur Erzeugung, Verteilung und Speicherung von Strom und Wärme sollen sukzessive erleichtert werden.

Zieldimension 5: Forschung, Innovation und Wettbewerbsfähigkeit

Mit gezielten Forschungs- und Innovationsaktivitäten der Wirtschaft sowie der öffentlichen Hand soll gemeinsam mit Forschungseinrichtungen die Entwicklung und Erprobung von neuen Energieinnovationen unterstützt werden. Dies soll unter anderem durch die Schaffung eines forschungsfördernden Umfelds (durch den Ausbau der Nachwuchsförderung im Energiebereich und von Bildungsangeboten entlang der Wertschöpfungskette von Forschung, Innovation und Markt) ermöglicht werden. Ein durchgängiges Förderportfolio von der Grundlagenforschung bis zur Marktüberleitung soll hier ebenfalls Abhilfe schaffen und die Entwicklung neuer technologischer Lösungen erleichtern.

Die **Langfriststrategie 2050 für Österreich** legt ergänzend zum NEKP den Rahmen fest, mithilfe dessen die Klimaneutralität bis 2050, ohne den Einsatz von Nuklearenergie, erreicht werden kann. Dadurch soll die Umsetzung der im Pariser Klimaschutzabkommen definierten Ziele gewährleistet werden. Dies umfasst, dass die zu diesem Zeitpunkt noch existierenden, nicht vermeidbaren Treibhausgasemissionen (etwa aus der Landwirtschaft oder Produktionsprozessen) durch die Kohlenstoffspeicherung in natürlichen oder technischen Senken kompensiert werden sollen. Im Regierungsprogramm 2020–2024 wurde das Ziel festgelegt, bereits 2040 in Österreich klimaneutral zu sein; die Strategie muss daher an dieses neue Ziel angepasst werden. Die dafür notwendigen Rahmenbedingungen, die in der Langfriststrategie identifiziert wurden, bleiben jedoch grundsätzlich aufrecht.

Im Rahmen der Strategie wurden verschiedene Aktionsfelder inklusive notwendiger Rahmenbedingungen definiert, die für das Erreichen der Klimaneutralität ausschlaggebend sind: Reduktion der Treibhausgase und Steigerung ihres Abbaus durch Senken, erneuerbare Energie, Energieeffizienz und sektorspezifische Aktivitäten (Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Landnutzung sowie Fortwirtschaft (LULUCF), Konsum und Lifestyle, Digitalisierung und Innovation). Des Weiteren wurden auch die erforderlichen Investitionen für die notwendigen Umstellungen abgeschätzt und auch die sozioökonomischen Auswirkungen dieser Transition beurteilt.

5.3 Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG)

Das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG)⁷ soll das Fundament legen, mithilfe dessen die österreichische Stromversorgung bis 2030 auf 100 % Strom aus erneuerbaren Energieträgern (national bilanziell) umgelegt werden soll. Es soll 2021 in Kraft treten und wird als Sammelgesetznovelle implementiert, durch welche relevante Materiegesetze angepasst und auch die Ökostromförderung reformiert werden sollen. Zu diesen Gesetzen zählen:

- Ökostromgesetz 2012
- Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010
- Gaswirtschaftsgesetz 2011
- Energielenkungsgesetz 2012
- Energie-Control-Gesetz
- Bundesgesetz zur Festlegung einheitlicher Standards beim Infrastrukturaufbau für alternative Kraftstoffe
- Wärme- und Kälteleitungsausbaugesetz
- Starkstromwegegesetz 1968
- Bundesgesetz über elektrische Leitungsanlagen, die sich nicht auf zwei oder mehrere Bundesländer erstrecken 1968

Das EAG regelt die Voraussetzungen für und die Förderung der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen und auch die Organisation und Funktionsweise von Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften sowie deren Teilhabe an den Förderregelungen. Des Weiteren fallen auch die Regelung der Herkunftsnachweise für Energie aus erneuerbaren Quellen sowie die Anerkennung von Herkunftsnachweisen aus anderen Staaten, Grünzertifikate für Gas aus erneuerbaren Quellen und die Erstellung eines integrierten österreichischen Netzinfrastrukturplans unter den Geltungsbereich des EAG.

Zukünftig soll die Förderung von erneuerbaren Energieträgern primär durch eine Mischung aus Investitionsförderungen zur Errichtung, Erweiterung und Revitalisierung von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen und gleitenden Marktprämien, unter der Einbeziehung von Ausschreibungen, erfolgen. Bei einer Marktprämie wird im Gegensatz zum Einspeisetarif keine fixe Vergütung pro eingespeister Energiemenge gewährt, sondern eine variable Förderung, die sich als Differenz der auf den Strombörsen erzielten Erlöse und eines festgelegten Werts ergibt. So führt eine Steigerung der Erlöse dazu, dass die Vergütung durch die Marktprämie sinkt, da die Differenz sich dabei reduziert. Dabei wird die Laufzeit für die Gewährung der Marktprämien allgemein auf 20 Jahre verlängert. Das Unterstützungs- und Fördervolumen darf dabei im Durchschnitt von drei aufeinanderfolgenden Kalenderjahren einen Jahreswert von 1 Mrd. Euro nicht überschreiten, ansonsten werden die Förderungen bis 2030 um den entsprechenden Wert gekürzt.

⁷ Sämtliche Ausführungen zum EAG beziehen sich auf die Regierungsvorlage vom 16. September 2020.

Die Marktprämien sind darauf ausgelegt, die Differenz zwischen den Erzeugungskosten des Stroms und dem durchschnittlichen Marktpreis für Strom für einen festgelegten Zeitraum ganz oder teilweise auszugleichen. Sie werden als Zuschuss für tatsächlich in das öffentliche Elektrizitätsnetz eingespeisten Strom aus erneuerbaren Quellen gewährt, für den Herkunftsnachweise ausgestellt wurden. Sie können auf Antrag oder im Rahmen einer Ausschreibung gewährt werden. Durch die Marktprämie förderfähig sind:

- neu errichtete und erweiterte Wasserkraftanlagen mit einer Engpassleistung bis 20 MW bzw. die ersten 25 MW bei Anlagen mit über 20 MW, wenn diese Anlagen ökologisch wertvolle Gewässerstrecken oder natürliche Schutzgütergebiete nicht beeinträchtigen
- neu errichtete Windkraftanlagen sowie Erweiterungen von Windkraftanlagen
- neu errichtete Photovoltaikanlagen mit einer Engpassleistung von mehr als 20 kW_{peak} und Erweiterungen von Photovoltaikanlagen um eine Engpassleistung von mehr als 20 kW_{peak}, wenn die Anlage an folgenden Orten errichtet wird bzw. liegt:
 - auf einer baulichen Anlage, die nicht nur der Nutzung von Solarenergie dient
 - auf einer Eisenbahnanlage oder Deponie
 - auf einer Freifläche, mit Ausnahme einer landwirtschaftlich genutzten Fläche oder einer Fläche im Grünland (Ausnahme bei für Photovoltaikanlagen vorgesehener Widmung)
- neu errichtete Biomasseanlagen mit einer Engpassleistung bis 5 MW_{el} bzw. bei über 5 MW_{el} für die ersten 5 MW_{el}
- neu errichtete Biogasanlagen mit einer Engpassleistung bis 150 kW_{el}

Für Biomasse- und Biogasanlagen sind weitere Kriterien, wie unter anderem der erforderliche Brennstoffnutzungsgrad, im EAG definiert. Diese Anlagen haben auch die Möglichkeit, nach Ablauf der Förderdauer nach den Bestimmungen des Ökostromgesetzes Marktprämien zu erhalten.

In den geplanten Ausschreibungen werden gesondert für jede Technologie Höchstpreise in Cent pro kWh, bis zu denen Angebote in Ausschreibungen beachtet werden, auf Basis eines oder mehrerer Gutachten festgelegt und für jedes Kalenderjahr einzeln bestimmt. Die künftige EAG-Förderabwicklungsstelle wird für die Abwicklung der Ausschreibungsverfahren verantwortlich sein.

Die Förderung von Photovoltaikanlagen über Marktprämien wird allein über Ausschreibungen erfolgen. Das jährliche Ausschreibungsvolumen wird dabei mindestens 700 MW_{peak} betragen. Ausschreibungen sollen dabei mindesten zweimal jährlich erfolgen. Für Photovoltaikanlagen auf Freiflächen verringert sich die Höhe des Zuschlagwertes um einen Abschlag von 30 %. Die Anlagen müssen zwölf Monate nach Veröffentlichung des Zuschlages in Betrieb genommen werden.

Auch der Erhalt einer Marktprämie für neu errichtete Biomasseanlagen mit einer Engpassleistung von 0,5 MW_{el} bis 5 MW_{el} sowie für die ersten 5 MW_{el} bei über 5 MW_{el} Engpassleistung werden durch Ausschreibung ermittelt. Hier beträgt das Ausschreibungsvolumen jährlich mindestens 15 MW. Die Ausschreibung erfolgt jedoch nur einmal jährlich. Die Frist zur Inbetriebnahme beträgt 24 Monate.

Marktprämien für Windkraftanlagen werden erst ab dem Jahr 2024 mittels Ausschreibungsverfahren vergeben, wenn ein geplanter Evaluierungsbericht des Fördersystems im Jahr 2023 effizientere Ergebnisse als die Vergabe der Förderung durch Marktprämien per Antrag erwarten lässt. Für Windkraftanlagen beträgt das geplante jährliche Ausschreibungsvolumen mindestens 400 MW und sie müssen binnen 24 Monate nach Veröffentlichung des Zuschlages in Betrieb genommen werden. Ausschreibungen sind zweimal jährlich geplant.

Anträge auf Förderung durch Marktprämie werden bei der EAG-Förderabwicklungsstelle über das von ihr einzurichtende elektronische Antragssystem einzubringen sein. Die Förderungen durch Marktprämie werden abhängig vom zur Verfügung stehenden jährlichen Vergabevolumen gewährt. Windkraftanlagen werden Marktprämien nur so lange per Antrag erhalten können, sofern keine Umstellung auf Ausschreibungsverfahren ab 2024 erfolgt.

Wasserkraftanlagen können die Marktprämie ebenfalls beantragen, sofern sie die bereits oben beschriebenen Kriterien erfüllen. Das Vergabevolumen beträgt dabei 75 MW jährlich, mit einer Inbetriebnahmefrist von 24 Monaten. Dasselbe gilt auch für neu errichtete Biogasanlagen, das jährliche Vergabevolumen beträgt für diese jedoch nur 1,5 MW. Neu errichtete Biomasseanlagen mit einer Engpassleistung unter 0,5 MW_{el} können die Marktprämie beantragen. Das Vergabevolumen beträgt in diesem Fall jährlich 15 MW. Bestehende Biomasse- und Biogasanlagen können die Marktprämie ebenfalls beantragen, sofern sie die definierten Fördervoraussetzungen erfüllen. Diese Nachfolgeprämien werden jedoch nur für einen Zeitraum von zwölf Monaten (Biogas) bzw. bis zum Ablauf des 30. Betriebsjahres der Anlage (Biomasse) gewährt.

Photovoltaik-, Windkraft-, Wasserkraft- und Biomasseanlagen, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des EAG einen aufrechten Fördervertrag auf Basis des Ökostromgesetzes aufweisen, können – sofern sie die notwendigen Förderkriterien erfüllen – eine Förderung durch Marktprämien beantragen. Dies muss innerhalb des ersten Jahres nach Inkrafttreten des EAG erfolgen. Die Höhe der Marktprämie bemisst sich dabei anhand der Restlaufzeit der bestehenden Förderung, der maximalen Förderdauer gemäß EAG sowie der durch die Marktprämie abzudeckenden Investitions- und Betriebskosten und allfälliger Erlöse aus der Vermarktung von Wärme. Der bestehende Fördervertrag mit der Ökostromabwicklungsstelle erlischt in diesem Fall und der neue Fördervertrag endet mit dem Ablauf des 20. Betriebsjahres der Anlage.

Die Mittel für die im EAG vorgesehenen Förderungen werden unter anderem durch die im EAG definierten Erneuerbaren-Förderpauschale und Erneuerbaren-Förderbeitrag aufgebracht. Diese dienen als Nachfolger der Ökostrompauschale und des Ökostromförderbeitrags und sind prinzipiell genauso aufgebaut. Sie müssen von allen an das öffentliche Elektrizitätsnetz angeschlossenen Endverbraucher*innen (ausgenommen Pumpspeicherkraftwerke) pro Zählpunkt (Erneuerbaren-Förderpauschale) bzw. im Verhältnis zu den jeweilig zu entrichtenden Netznutzungs- und Netzverlustentgelten (Erneuerbaren-Förderbeitrag) entrichtet werden.

5.4 Weitere klimaschutzrelevante Strategien

Energieforschungs- und Innovationsstrategie

Im März 2017 wurde vom damaligen Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und dem Klima- und Energiefonds ein Strategiepapier zur Energieforschung vorgestellt. Die Energieforschungsstrategie von 2010 wurde hierbei aktualisiert und um eine Innovationsstrategie erweitert, um die Umsetzung der Forschungsergebnisse in globalen Märkten zu gewährleisten. Auch der Tatsache, dass die transnationale Forschungsfinanzierung und die Umsetzung von Forschungsergebnissen in globalen Märkten an Bedeutung gewonnen haben, wurde Rechnung getragen.

Die Themenschwerpunkte dieser Strategie sind im Folgenden aufgelistet:

- **Energiesysteme und -netze:** Weiterentwicklung der Elektrizitätssysteme unter besonderer Berücksichtigung dezentraler und zellulärer Ansätze; Umgestaltung der Wärme- und Gasnetze; Schaffung einer Innovationsumgebung zur Nutzerintegration/Entwicklung von technologiebezogenen (u. a. digitalen) Energiedienstleistungen

- **Gebäude und urbanes System:** innovative Sanierungskonzepte und -strategien; dezentrale Energiespeicher, die die Nutzung des Gebäudes bzw. einzelner Teile als Speicher von Energie fördern; energieorientierte Planungstools und -werkzeuge; energieflexible Gebäude und Stadtteile
- **Industrielle Energiesysteme:** hocheffiziente Nutzung der eingesetzten Energien und Ressourcen sowie Fokussierung auf eine kaskadische Nutzung; Abstimmung des Energiebedarfs von industriellen Anlagen und der Energieversorgung aus fluktuierenden Erneuerbaren; Entwicklung von neuen Produkten und Prozessen
- **Verkehrs- und Mobilitätssystem:** Fahrzeugtechnologien, z. B. innovative Antriebstechnologien, Leichtbau oder optimierte Fahrzeugelektronik; Automatisierung; intelligente Infrastrukturen für das Verkehrs- und Mobilitätssystem sowie Verkehrsinfrastrukturforschung; Nutzungs- und Systeminnovationen im Güterverkehr und in der Transportlogistik sowie in der Personenmobilität
- **Umwandlungs- und Speichertechnologien:** Optimierung von Umwandlungstechnologien und Entwicklung neuer, kostengünstiger Verfahren (in den Bereichen Bioenergie, Solarthermie, Wärmepumpen und Kälteanlagen, Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, Brennstoffzellen, Geothermie); Weiterentwicklung von Speichertechnologien
- **Transitionsprozesse und soziale Innovation:** grundlagenorientierte Fragestellungen zum Umgang mit den mit der grundlegenden Umgestaltung des Energiesystems einhergehenden Transitionsprozessen

Österreichische Anpassungsstrategie an den Klimawandel

Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel wurde im Jahr 2012 beschlossen und im Jahr 2017 aktualisiert. Ziel der Strategie ist es, nachteilige Auswirkungen der globalen Klimaveränderung auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft zu vermeiden und die sich ergebenden Chancen zu nutzen. Die Strategie enthält 14 Aktivitätenfelder mit Themenschwerpunkten aus den Bereichen Land-, Forst- und Wasserwirtschaft, Energie, Tourismus, Raumordnung, Verkehr, Wirtschaft und Stadtentwicklung. Die Anpassungsstrategie enthält sowohl Anpassungsziele als auch Handlungsempfehlungen für die definierten Aktivitätsfelder. So wurde z. B. für die Landwirtschaft festgelegt, dass eine nachhaltige, ressourcenschonende und klimafreundliche Produktion sowie der Erhalt und die Verbesserung ihrer ökologischen Leistungen bei veränderten klimatischen Bedingungen angestrebt werden sollen. Zu den genannten Handlungsempfehlungen zählen unter anderem der nachhaltige Aufbau des Bodens, die Züchtung und der gezielte Einsatz von wassersparenden, hitzetoleranten Pflanzen, verbesserte Bewässerungsplanung, umweltgerechter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln etc. Auf ähnliche Weise wurden für alle betrachteten Bereiche Maßnahmen erarbeitet.

Das Umweltbundesamt bietet mit der Website „Klima | Wandel | Anpassung“ (www.klimawandelanpassung.at) fundierte Hintergrundinformationen zur Österreichischen Anpassungsstrategie und eine Übersicht zu den österreichischen Forschungsaktivitäten und Maßnahmen betreffend „Klimawandel und Anpassung“.

Sektorale Strategien

Ergänzt werden die nationalen Pläne und Strategien durch Detailstrategien, vor allem in den Bereichen Wärme, Wasserstoff und Bioökonomie. Während die Bioökonomiestrategie bereits vorliegt, wird die Finalisierung der Wasserstoff- bzw. Wärmestrategie 2021 erwartet. Die Bundesregierung erarbeitet aktuell ebenfalls eine Green Finance Agenda, durch welche der Finanzmarkt auch einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten soll. Private Investitionen sollen dabei zukünftig verstärkt für Energie-, Verkehrs- und Klimaschutzprojekte mobilisiert werden. Mit dem Masterplan Radfahren 2015–2025 soll durch eine breite Radverkehrsförderung der Anteil des Radverkehrs in Österreich auf 13 % erhöht werden.

Mehr zum Thema

Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (Regierungsvorlage)

[\[https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/ME/ME_00058/imfname_830650.pdf\]](https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/ME/ME_00058/imfname_830650.pdf)

Nationale Energie- und Klimapläne aller EU-Länder

[\[https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en\]](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/national-energy-climate-plans_en)

Weiterführende Informationen zur Energieforschungs- und Innovationsstrategie

[\[https://www.klimafonds.gv.at/publication/forschungs-und-innovationsstrategie/\]](https://www.klimafonds.gv.at/publication/forschungs-und-innovationsstrategie/)

Bioökonomiestrategie

[\[https://www.bmk.gv.at/themen/innovation/publikationen/energieumwelttechnologie/biooekonomiestrategie.html\]](https://www.bmk.gv.at/themen/innovation/publikationen/energieumwelttechnologie/biooekonomiestrategie.html)

Green Finance

[\[https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/green_finance.html\]](https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/green_finance.html)

Masterplan Radfahren 2015–2025

[\[https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/radfahren/masterplan_RF_2025.html\]](https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/radfahren/masterplan_RF_2025.html)

6. Vom Menschen verursachter Treibhauseffekt

6.1 Temperaturanstieg aufgrund von Treibhausgaskonzentration

Der natürliche Treibhauseffekt hat zur Folge, dass die Erdoberflächentemperatur eine für den Menschen bewohnbare Temperatur aufweist. Die beiden häufigsten Gase in der Atmosphäre, Stickstoff (ca. 78 %) und Sauerstoff (ca. 21 %), üben nahezu keinen Treibhauseffekt aus. Wasserdampf ist das wichtigste Treibhausgas, gefolgt von Kohlendioxid (CO₂). Methan, Lachgas, Ozon und einige andere Gase, die in der Atmosphäre in geringen Mengen vorkommen, tragen ebenfalls zum Treibhauseffekt bei (vgl. Umweltbundesamt Österreich).

Dabei ist zu beachten, dass Treibhausgase unterschiedlich klimawirksam sind, d. h., geringere Mengen von einem Gas können aufgrund der Klimawirksamkeit denselben Effekt auf das Klima haben wie Gase in höherer Quantität.

Methan ist 25-mal stärker klimawirksam als Kohlenstoffdioxid, d. h., 1 Kilogramm Methan trägt in derselben Zeit gleich viel zum Treibhausgaseffekt bei wie 25 Kilogramm Kohlenstoffdioxid. Lachgas ist knapp 300-mal so klimawirksam wie Kohlenstoffdioxid. Die unterschiedlichen Fluorierten Gase sind extrem (22.800- bis 7.400-mal im Vergleich zu Kohlenstoffdioxid) klimawirksam. Zur besseren Vergleichbarkeit werden die übrigen Treibhausgase i. d. R. auf Kohlendioxid-Äquivalent oder CO₂-Äquivalent umgerechnet.

Durch die Industrialisierung hat die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre zugenommen. Verantwortlich für die Zunahme der Treibhausgasemissionen seit der Industrialisierung sind vor allem chemische Prozesse wie die Verbrennung von Kohle, Erdgas und Erdöl sowie die industrielle Landwirtschaft und industrielle Prozesse.

Die Konzentration der Treibhausgase führt zu einer Beschleunigung des natürlichen Treibhauseffekts, also dem vom Menschen verursachten Treibhauseffekt. Durch die Erhöhung der Treibhausgase in der Atmosphäre wird die kurzwellige Wärmestrahlung der Sonne davon abgehalten, von der Erdoberfläche wieder in das Weltall abzustrahlen, und die Erde heizt sich somit wie in einem Treibhaus immer weiter auf. Durch den vom Menschen verursachten und verstärkten Treibhauseffekt steigen die Temperaturen, das Klima verändert sich. Die Ökosysteme auf der Erde sind optimal an die Temperaturen angepasst und können sich nicht in dem Tempo des aktuell herrschenden Temperaturanstiegs adaptieren. Die klimatischen Veränderungen haben gravierende Auswirkungen auf die Umwelt und die Menschen. Die Auswirkungen sind vielfältig, unterschiedlich, schwer vorhersehbar und teilweise in sich gekoppelt. Einige Beispiele illustrieren die Auswirkungen: Abnahme der Biodiversität, Zunahme von Wetterextremen (z. B. Dürre, Starkregen, Hitzewellen), sinkende Produktivität der Landwirtschaft, Wüstenbildung, Abnahme der Trinkwasserverfügbarkeit, gesundheitliche Folgen (z. B. durch Hitze, Luftverschmutzung, Entziehung der Lebensgrundlage).

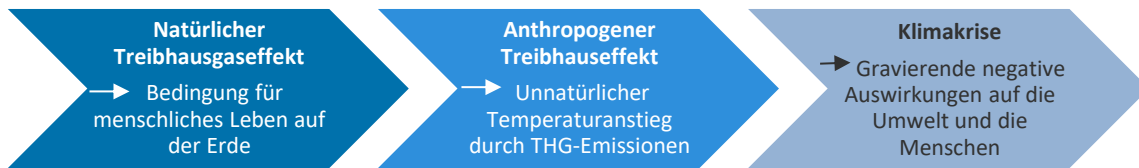


Abbildung 4: Wirkungskette Anstieg der Treibhausgasemissionen und Erhöhung der Temperatur (Darstellung und Quelle: Österreichische Energieagentur)

6.2 Globale Entwicklung Treibhausgaskonzentration und Temperaturanstieg

Die globale Treibhausgaskonzentration ist seit dem Beginn der Industrialisierung (in Europa größtenteils zwischen 1800 und 1900) um ca. 44 % gestiegen. In den 10.000 Jahren vor der industriellen Revolution war die Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre relativ konstant (vgl. Umweltbundesamt Deutschland). Im November 2020 beträgt die Treibhausgaskonzentration 414 ppm (parts per million). Jahreszeitliche Schwankungen sind dabei zu berücksichtigen. Eine vergleichbar hohe Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre zwischen 330 und 400 ppm gab es zuletzt vor 5,2 und vor 2,6 Mio. Jahren. Während dieser Perioden lagen die globalen Temperaturen um zwei bis drei Grad höher als heute und der Meeresspiegel um 10–25 m über dem heutigen Niveau. Die damaligen Klimaveränderungen waren primär geologischen Ereignissen geschuldet: Vulkanausbrüchen, Verschiebungen der Kontinente oder veränderter Sonneneinstrahlung. Diese Argumentation kann für die Klimakrise seit Beginn der industriellen Revolution allerdings nicht herangezogen werden. Dem Weltklimarat (IPCC) zufolge haben menschliche Aktivitäten (z. B. Verbrennung von fossilen Brennstoffen) einen globalen Temperaturanstieg von ca. 1 °C verursacht, die globale Erderhitzung erreicht wahrscheinlich zwischen 2030 und 2050 1,5 °C.

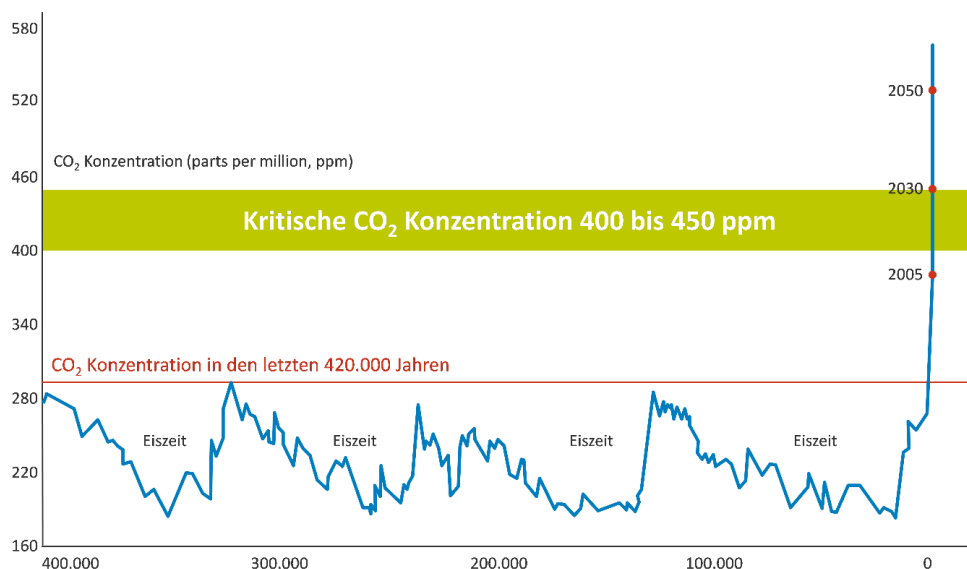


Abbildung 5: Entwicklung des Kohlendioxidgehalts während der Eiszeitzyklen der letzten 400.000 Jahre (Quelle: Jean Robert Petit, Jean Jouzel et al., Climate and atmospheric history of the past 420.000 years from the Vostok ice core in Antarctica, in: Nature 399 (1999); Intergovernmental Panel on Climate Change 2001 und 2007; Unep/Grid-Arendal, 1998, veröffentlicht in: Le Monde diplomatique, 2007; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

6.3 Szenarien des Weltklimarates

Der Weltklimarat ist das wissenschaftliche Gremium für Klimaforschung und Klimaprognosen-Erstellung. Er erstellt in regelmäßigen Abständen Berichte und Prognosen zum aktuellen Kenntnisstand rund um die Klimakrise. An den erstellten Berichten des Weltklimarats arbeiten globale Expertinnen und Experten in einem offenen Prozess miteinander, diese dienen als Entscheidungsgrundlage für Politikerinnen und Politiker. Der Weltklimarat betreibt dabei keine eigene Forschung, sondern sammelt, analysiert und verknüpft bereits vorhandene Erkenntnisse miteinander.

Im Fünften Sachstandsbericht des Weltklimarats werden zwei Szenarien (RCP 8.5 und RCP 2.6) errechnet. Abhängig von sozioökonomischen, technischen und naturwissenschaftlichen Parametern wie Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum, technischer Entwicklung und Nutzung von fossilen oder erneuerbaren Energien entwickelt sich die globale Erderhitzung in einer Bandbreite von ca. $+1\text{ °C}$ bis ca. $+4\text{ °C}$. Hierbei handelt es sich jedoch um globale Mittelwerte, die die gesamte Erdoberfläche, also sowohl Land- als auch Meeresflächen, miteinbeziehen. Landflächen erhitzen sich jedoch weitaus stärker als Meeresflächen, die Erhitzung dort ist also weitaus höher als die Durchschnittswerte. In Österreich ist die Erhitzung aktuell sogar um etwa 100 % höher als im globalen Durchschnitt. Die exakte zukünftige Entwicklung ist aktuell nach wie vor ungewiss, vieles spricht aber dafür, dass die hiesige Erhitzung auch weiterhin intensiver sein wird als die globalen Mittelwerte. Die Auswirkungen der Klimakrise sind bereits heute in weiten Teilen der Erde beobachtbar und verstärken sich mit zunehmender Erderhitzung gravierend. Der Weltklimarat warnt in diesem Kontext einmal mehr vor beträchtlichen Risiken der Klimakrise und einer (teils nicht abschätzbaren) Zunahme der Risiken mit steigender Erderhitzung.

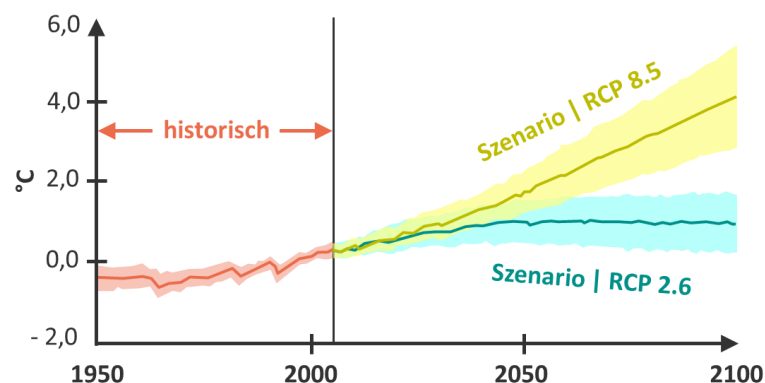


Abbildung 6: IPCC-Szenarien (RCP, Representative Concentration Pathways) zur globalen Erdoberflächentemperatur abhängig von Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum, technischer Entwicklung und Nutzung fossiler/nicht-fossiler Energien (Quelle: IPCC Fünfter Sachstandsbericht 2014; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Die letzten drei Sonderberichte 2018 und 2019 beschäftigten sich inhaltlich mit Wirkungsabschätzungen im Kontext einer Erderhitzung von $+1,5\text{ °C}$, der Klimakrise und ihrer Auswirkung auf Landsysteme, dem Ozean und gefrorenen Erdf Flächen (Kryosphäre).

Der Sonderbericht über die globalen Treibhausgasemissionspfade bei einer Erderhitzung von $+1,5\text{ °C}$ zeigt die Bandbreite der globalen Veränderungen bei einer durchschnittlichen Klimaveränderung von $+1,5\text{ °C}$ und die notwendigen Schritte, um den Klimawandel auf diesem Niveau einzudämmen. Der Bericht enthält die folgenden Kernaussagen:

Globale Erderhitzung um 1,5 °C verstehen: Menschliche Aktivitäten sind für die globale Erderhitzung mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit verantwortlich. Die globale Erderhitzung wird über Jahrhunderte bis hin zu Jahrtausenden andauern. Die mit einer Erderhitzung verbundenen Risiken für natürliche und menschliche Systeme steigen mit einem Temperaturanstieg immer weiter an, jedoch nicht unbedingt proportional gleich. D. h., die Risiken können sehr viel stärker steigen als die Temperatur.

Projizierte Klimaänderungen und damit verbundene Risiken: Der Temperaturanstieg wirkt sich sehr unterschiedlich auf das regionale Klima aus. Die Auswirkungen auf klimatische Bedingungen, den Meeresspiegel, die Biodiversität, die Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen, die Ozeanversauerung, die Risiken für die Gesundheit und Lebensgrundlage des Menschen (Ernährung/Wasser) sind bei einer Erderhitzung von 1,5 °C regional unterschiedlich und immens. Die Auswirkungen bei einer Erderhitzung um 2 °C und die Anpassungsbedarfe sind dementsprechend noch gravierender.

Emissionspfade und Systemübergänge bei +1,5 °C: Die Begrenzung des Temperaturanstiegs auf +1,5 °C erfordert eine Reduktion der menschlichen Treibhausgasemissionen bis 2030 um ca. 45 % gegenüber 2010 und Nullemissionen gegen 2050. Die technischen Möglichkeiten der Kohlendioxidspeicherung (Carbon Capture and Storage) sind dabei begrenzt. Diese Emissionspfade erfordern massive Emissionsreduktionen in allen Sektoren.

Stärkung der weltweiten Reaktion im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut: Mit einer Begrenzung der Erderhitzung auf +1,5 °C sind die Folgekosten der Anpassung an die Klimakrise, Armutsbeseitigung und für nachhaltige Entwicklung niedriger als bei einem Temperaturanstieg um 2 °C. Systemübergänge und Verhaltensveränderungen sind die Grundvoraussetzung für nachhaltige Entwicklung. Der Einbezug aller globalen Akteure und internationale Zusammenarbeit ist die Basis für die Zielerreichung einer nachhaltigen Entwicklung.

Der Sonderbericht zeigt somit klar auf, dass es elementar ist, die Erderhitzung auf +1,5 °C zu begrenzen, da die Risiken darüber hinaus noch schwerwiegender wären.

Der Sechste Sachstandsbericht des Weltklimarates mit den neuesten Erkenntnissen zur Klimakrise wird 2021/2022 erscheinen und sich in drei Bände gliedern mit den Schwerpunkten

- naturwissenschaftliche Grundlagen der Klimakrise,
- Folgen der Klimakrise, Verwundbarkeit und Anpassung,
- Minderung der Klimakrise

und einem konsolidierten Synthesebericht.

6.4 Nationale Treibhausgaskonzentration und Temperaturanstieg

Seit dem Beginn von validen Aufzeichnungen hat sich die Treibhausgaskonzentration in Österreich und global betrachtet fast verdoppelt. Im Jahr 2020 beträgt die Treibhausgaskonzentration rund 400 ppm, vor der industriellen Revolution war die Treibhausgaskonzentration auf einem Level von ca. 250 ppm.

In Österreich ist es durch den Anstieg der Treibhausgaskonzentration zu einer Temperaturerhöhung von durchschnittlich 2 °C gekommen. Der Temperaturanstieg ist somit in Österreich höher als im globalen Durchschnitt. 2019 war in Österreich das drittwärmste Jahr seit Messbeginn mit mehr als 2 °C über dem Mittel von 1961 bis 1990. Die Gesamtsumme der emittierten Tonnen an CO₂-Äquivalent ist auf einem konstant hohen Niveau von ca. 80 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent seit dem Jahr 1990 (vgl. Klimastatusbericht 2019).

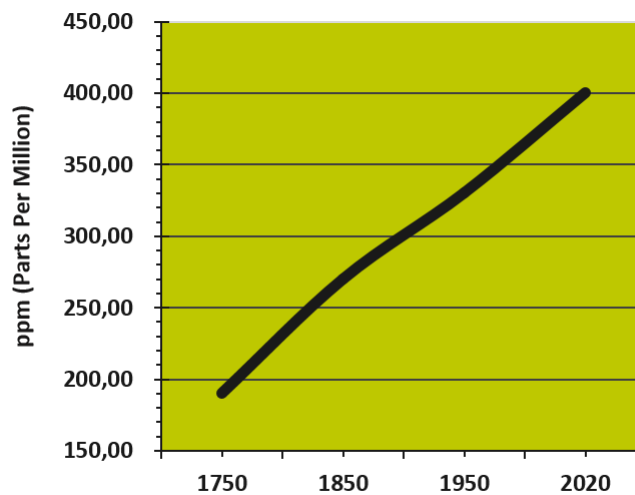


Abbildung 7: Entwicklung Treibhausgaskonzentration Österreich 1750–2020 (Quelle: Klimaschutzbericht 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

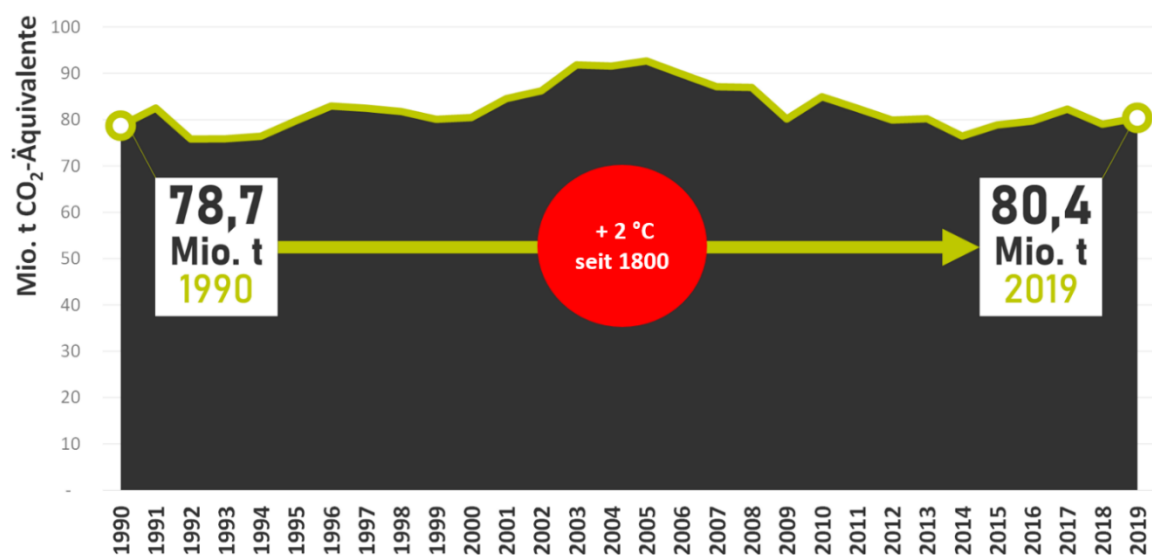


Abbildung 8: Treibhausgasemissionen Österreich 1990–2019 (Quelle: Umweltbundesamt 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Laut Umweltbundesamt entfielen 2018 in Österreich 84,5 % der freigesetzten Treibhausgase, entsprechend ihrem Treibhausgaspotenzial gewichtet, auf Kohlenstoffdioxid, 8,2 % auf Methan, 4,5 % auf Lachgas und 2,9 % auf Fluorierte Gase.

Kohlenstoffdioxid entsteht vor allem durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern wie Erdgas, Erdöl und Kohle. Methan entsteht durch mikrobiologische Gärprozesse beispielsweise in der Landwirtschaft oder durch Deponiegase. Lachgas wird im Rahmen biologischen Abbaus von stickstoffhaltigen Verbindungen (z. B. Dünger) freigesetzt. Fluorierte Gase werden in der Technik für Kühlanlagen verwendet und in der Industrie. Im Zeitraum 1990 bis 2018 haben sich die Treibhausgasemissionen in Österreich folgendermaßen entwickelt: Kohlenstoffdioxid +7,4 %, Methan -38 %, Lachgas -18,4 %, Fluorierte Gase +36,8 % (vgl. Umweltbundesamt 2020).

Für die Treibhausgasemissionen in Österreich sind 2018 folgende Sektoren hauptverantwortlich: der Verkehr zu gut einem Drittel mit einer Steigerung seit 1990 um 10 %; die Energieerzeugung und die industrielle Produktion zu 44 % mit einem leichten Rückgang gegenüber 1990; der Gebäudesektor und der landwirtschaftliche Sektor zu je 10 % – in beiden Sektoren ist es gegenüber 1990 zu einer Reduktion der Emissionen gekommen.

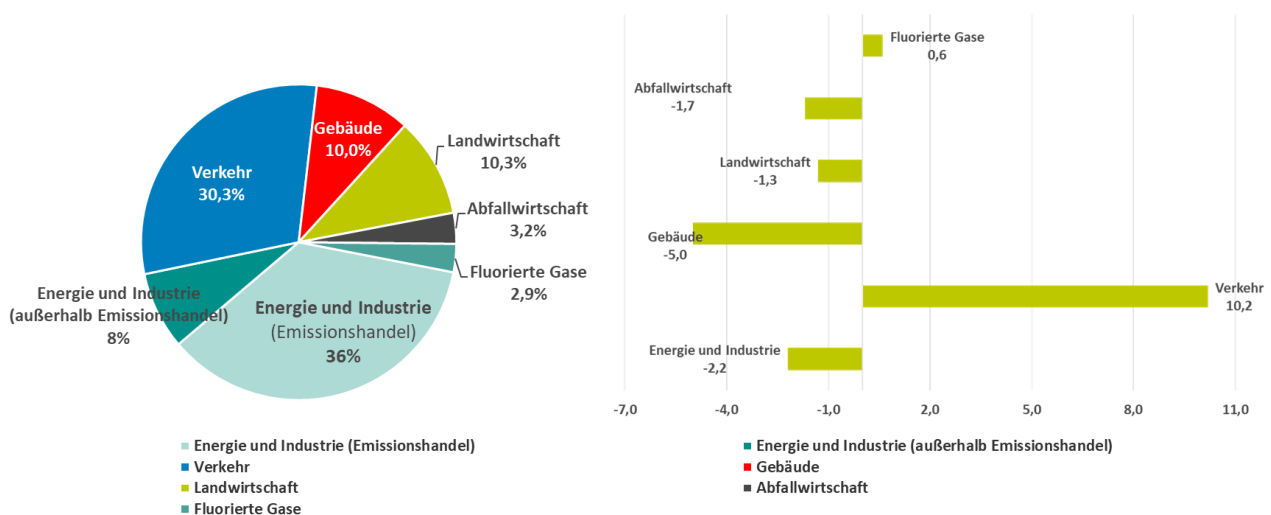


Abbildung 9: TGH-Emissionen nach Sektoren in Österreich 2018 (links); Veränderung der THG-Emissionen 1990–2018 in Mio. Tonnen (rechts) (Quelle: Umweltbundesamt; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Durchschnittlich verbraucht eine Person in Österreich in einem Jahr rund 9 Tonnen CO₂-Äquivalent. Diese Emissionen entsprechen jedoch nur den direkt in Österreich anfallenden Emissionen, werden also rein territorial und produktionsbasiert betrachtet. Mittlerweile ist es jedoch so, dass ein wachsender Anteil der Treibhausgasemissionen, die mit dem Konsum von Produkten und Dienstleistungen in einem Land in Verbindung stehen, in anderen Ländern entstehen. Auslagerungen von emissionsintensiven Industrien ermöglichen dadurch eine Verbesserung der länderspezifischen Bilanzen, da die entstehenden Emissionen dann dem jeweils anderen Land angerechnet werden. Durch die vollständige Miteinbeziehung der Außenhandelsbeziehungen eines Staates kann eine umfassendere Betrachtung des Emissionsstandes einer Gesellschaft ermöglicht werden. Dies wird als konsumorientierte Betrachtung bezeichnet. Ergebnisse des Climate Change Centre Austria (2019) zeigen, dass die konsumbasierten Emissionen Österreichs um etwa 50–60 % über den produktionsbezogenen (territorialen) Emissionen liegen. Umrechnungsmöglichkeiten wie beispielsweise der ökologische Fußabdruck, welcher die Flächeninanspruchnahme kalkuliert, oder der ökologische Rucksack für Produkte und Dienstleistungen, welcher basierend auf CO₂-Äquivalent erstellt wird, bieten die Möglichkeit, den eigenen Lebensstil und den damit verbundenen Ressourcenverbrauch einzuordnen und in einen globalen Kontext zu setzen. Als wirkungsvollste

Hebel für die Reduktion des eigenen Emissionsbudgets gelten dabei die großen Hebel Mobilitätsverhalten, Wohnsituation (Gebäudehülle, Heizungsform), Ernährungsstil und Konsumgüterverbrauch.

Mehr zum Thema

Umweltbundesamt: Treibhausgase

[\[https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase\]](https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase)

Umweltbundesamt Österreich: Klimaschutzbericht 2020

[\[https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0738.pdf\]](https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0738.pdf)

Umweltbundesamt Deutschland: Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen

[\[https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#kohlendioxid-\]](https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#kohlendioxid-)

Weltklimarat IPCC: Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C

[\[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf\]](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf)

Weltklimarat IPCC: Sonderberichte und Sachstandsberichte

[\[https://www.de-ipcc.de/128.php\]](https://www.de-ipcc.de/128.php)

Climate Change Centre Austria (CCCA): Klimastatusbericht 2019

[\[https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/Klimastatusbericht/web_Klimastatusbericht_OE_2019.pdf\]](https://ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/Klimastatusbericht/web_Klimastatusbericht_OE_2019.pdf)

Forum Umweltbildung: CO₂-Kalkulator

[\[https://www.co2-rechner.at/\]](https://www.co2-rechner.at/)

7. Energieverbrauch

7.1 Globaler Energieverbrauch und Energieerzeugung

Die globale Covid-19-Pandemie sorgte im Jahr 2020 für bisher ungeahnte Rahmenbedingungen. Das umfangreiche Zurückfahren vieler Sektoren sowie die Einschränkungen im (Reise-)Verkehr sorgten für einen weltweiten Rückgang im Energieverbrauch und der Treibhausgasemission. Liu et al. (2020) beziffern den globalen Rückgang in der Emission von Treibhausgasen in der ersten Jahreshälfte 2020 im Vergleich zum gleichen Zeitraum in 2019 mit ca. 9 %. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, die sowohl auf internationaler als auch nationaler Ebene angestrebt werden, und die Klimaneutralität tatsächlich in 20 bis 30 Jahren zu erreichen, wäre es notwendig, diesen Trend kontinuierlich fortzusetzen. Dies veranschaulicht, welche Anstrengungen und weitgehende Änderungen notwendig sein werden, um diese Wende umzusetzen.

7.1.1 Historische Entwicklung Primärenergieverbrauch

Vor dem Beginn der industriellen Revolution⁸ betrug der globale Primärenergieverbrauch 20 Exajoule (EJ) (Smil 2016). Seither ist der Primärenergieverbrauch um das 29-Fache gestiegen und beträgt im Jahr 2018 584 EJ. Das entspricht in etwa dem 390-Fachen des österreichischen Primärenergiebedarfes. Im Vergleich zum Vorjahr 2017 stieg der weltweite Primärenergiebedarf um 2,7 % an. Während es im 19. Jh. noch ungefähr 100 Jahre dauerte, bis sich der Energiebedarf verdoppelte, hat die Verdopplung seit 1983 nur 35 Jahre benötigt (BP 2020).

Betrachtet man den globalen Primärenergiebedarf pro Kopf, bemerkt man die unterschiedliche Verteilung des Primärenergiebedarfes. Im Durchschnitt lag der Pro-Kopf-Energieverbrauch im Jahr 2018 bei 75,7 GJ. Überdurchschnittlich hoch ist der Primärenergieverbrauch in Nordamerika (240,2 GJ/Kopf), im Nahen Osten (149,0 GJ/Kopf) und Europa (125,3 GJ/Kopf). Unterdurchschnittlich ist der Pro-Kopf-Verbrauch in den Ländern des globalen Südens (Subsahara-Afrika, in einigen Ländern Asiens, der Karibik und Zentralamerikas).

⁸ Gewähltes Referenzjahr 1800

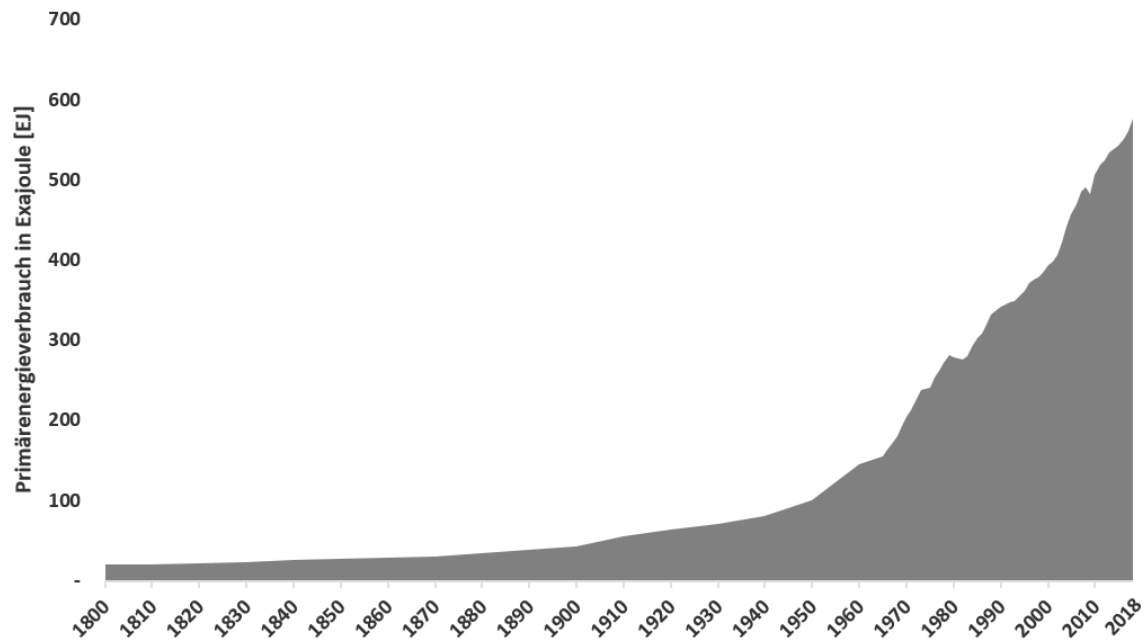


Abbildung 10: Entwicklung des Primärenergiebedarfes seit 1800 (Quelle: Smil und BP; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Die Daten für die Jahre vor 1965 sind nicht sehr gut dokumentiert, weswegen diese auf wissenschaftlichen Schätzungen beruhen (Smil 2016). Ab 1965 wird der Primärenergiebedarf von dem Unternehmen British Petroleum erfasst (BP 2020). Ein genauerer Blick auf den Primärenergiebedarf ab 1965 lässt einige geopolitische Ereignisse erkennen, welche den Primärenergiebedarf maßgeblich beeinflusst haben.

In den Jahren von 1968 und 1973 gab es jährliche Steigerungsraten des Primärenergieverbrauches zwischen 4 und 6 %. Doch 1973 kam es zu einer künstlichen Verknappung des Öls durch die Organisation der Erdöl exportierenden Staaten (OPEC), welche die Ölpreise in etwa um 70 % steigen ließ. Dies führte zu einer Senkung der Steigerungsrate des Energieverbrauches in den darauffolgenden Jahren. In der zweiten Ölpreiskrise, welche eine Reaktion auf den ersten Golfkrieg war, kam es sogar zu einer Senkung des Primärenergiebedarfes um 0,7 %. Auch in der Finanzkrise 2008 brach der weltweite Energiebedarf im Folgejahr um 1,5 % ein. Der Energieverbrauch erholte sich jedoch wieder schnell und wuchs im Jahr 2010 wieder um 4,6 %.

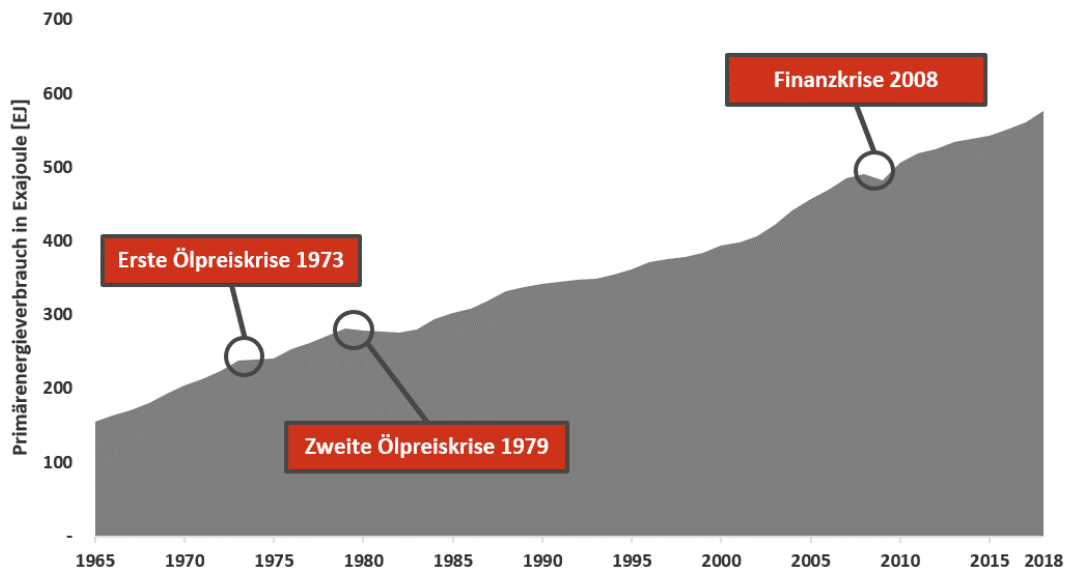


Abbildung 11: Entwicklung des Primärenergiebedarfes seit 1965 (Quelle: BP; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.1.2 Energiebedarf nach Sektoren

Der Sektor mit dem höchsten Endenergieverbrauch ist der Verkehrssektor. Dieser hat mit 29,1 % den größten Anteil am gesamten globalen Endenergieverbrauch. Danach folgt der Industriesektor, welcher einen Anteil von 28,6 % hat. Der Endenergiebedarf der Haushalte hat einen Anteil von 21,2 %. Dienstleistungen haben einen Anteil von 8,1 %. Die Land- und Forstwirtschaft gemeinsam mit der Fischerei haben einen Anteil von 2,2 %, wobei die Fischerei alleine betrachtet nur einen kleinen Anteil von 0,07 % hat. 10,7 % am Endenergiebedarf sind als Sonstige klassifiziert, darunter fallen nicht-energetische Verbräuche und nicht spezifizierte Verbräuche (IEA 2018).

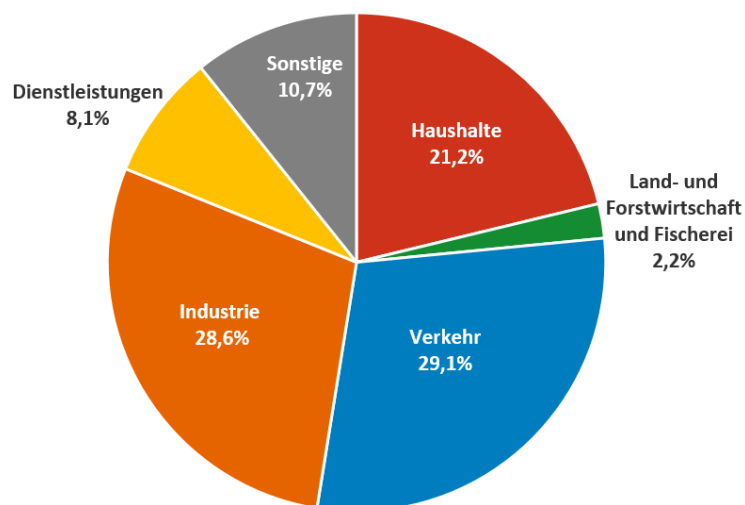


Abbildung 12: Aufteilung Endenergieverbrauch nach Sektoren 2018 (Quelle: IEA; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.1.3 Energieverbrauch nach Energieträgern

Ein Großteil des weltweiten Endenergieverbrauches wird von fossilen Energieträgern gedeckt. Genauer gesagt sind es 81,2 %. Dabei hat Erdöl einen Anteil von 31,5 %, Kohle einen Anteil von 26,9 % und Erdgas einen Anteil von 22,8 % (siehe Abbildung 13). Biomasse und Abfall haben einen Anteil von 9,3 %. Die Nuklearenergie hat einen Anteil von 4,9 %, Wasserkraft 2,5 % und weitere Erneuerbare (Wind, Photovoltaik, Geothermie, Solarthermie ...) zusammen einen Anteil von 2,0 % (IEA 2018).



Abbildung 13: Endenergieverbrauch nach Energieträgern 2018 (Quelle: IEA; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.1.4 Stromerzeugung nach Energieträgern

Der Energieträger Strom hat sehr an Bedeutung gewonnen. Alleine in den letzten 40 Jahren ist die Stromerzeugung um ca. 400 % gestiegen. Etwas mehr als ein Drittel davon wurden im Jahr 2019 mit Kohle (38,0 %), gefolgt von Gas (23,0 %), Wasserkraft (16,2 %) und Nuklearenergie (10,1 %) erzeugt. Die restlichen 12,9 % wurden sowohl aus Erneuerbaren wie Wind, PV und Biomasse als auch aus Erdöl und sonstigen Energieträgern gewonnen (IEA 2018).

Trotz des – global gesehen – geringen Anteils erneuerbarer Energietechnologien verzeichneten vor allem Wind und PV enorme Zuwachsraten. Im Jahr 2019 wurden 176 GW Leistung hinzugebaut, das entsprach 72 % der neu hinzugefügten Kraftwerkskapazität (IRENA 2020).

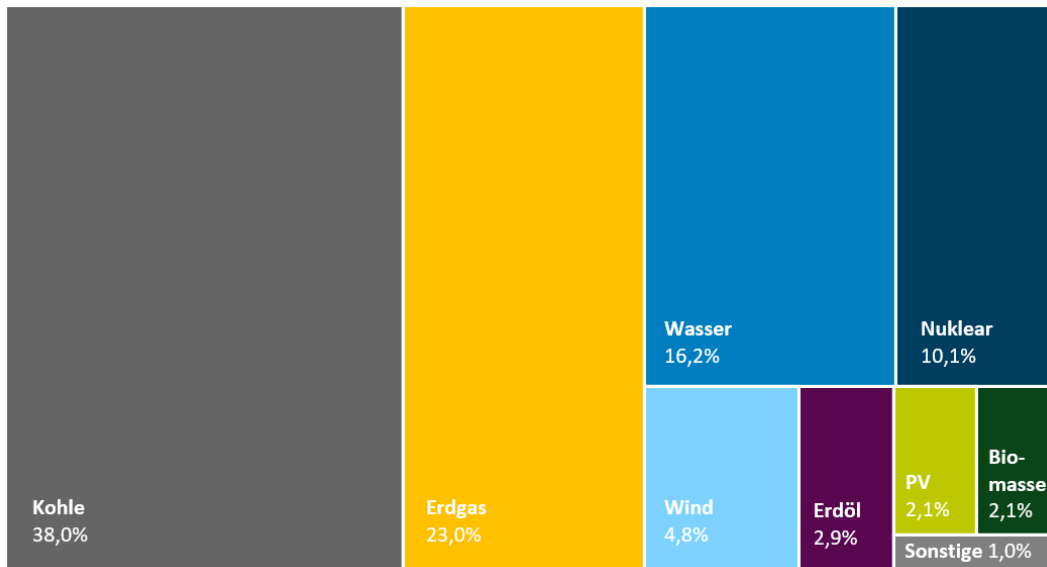


Abbildung 14: Stromerzeugung nach Energieträgern 2018 (Quelle: IEA; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.2 Energieverbrauch und -erzeugung in Österreich

7.2.1 Historische Entwicklung Energieverbrauch

Im Jahr 1970 lag der Endenergieverbrauch noch bei 566 PJ. Seither hat sich der Verbrauch mehr als verdoppelt und liegt 2019 bei 1.139 PJ. Damit liegt der energetische Endverbrauch ungefähr auf dem gleichen Niveau wie 2017. Im Vergleich zum Vorjahr 2018 stieg der Endenergieverbrauch um 1,2 % (Statistik Austria 2019).

Seit 2005 hat sich der Energieverbrauch beinahe stabilisiert. Ohne die Covid-19-Krise würde Österreich vermutlich das von der Europäischen Union definierte Ziel einer 20-prozentigen Steigerung der Energieeffizienz für das Jahr 2020 verfehlen (siehe rote Linie in Abbildung 15 als Zielpfad für Österreich). Um dieses Ziel zu erreichen, müsste der Endenergiebedarf auf 1.050 PJ im Jahr 2020 gesenkt werden.

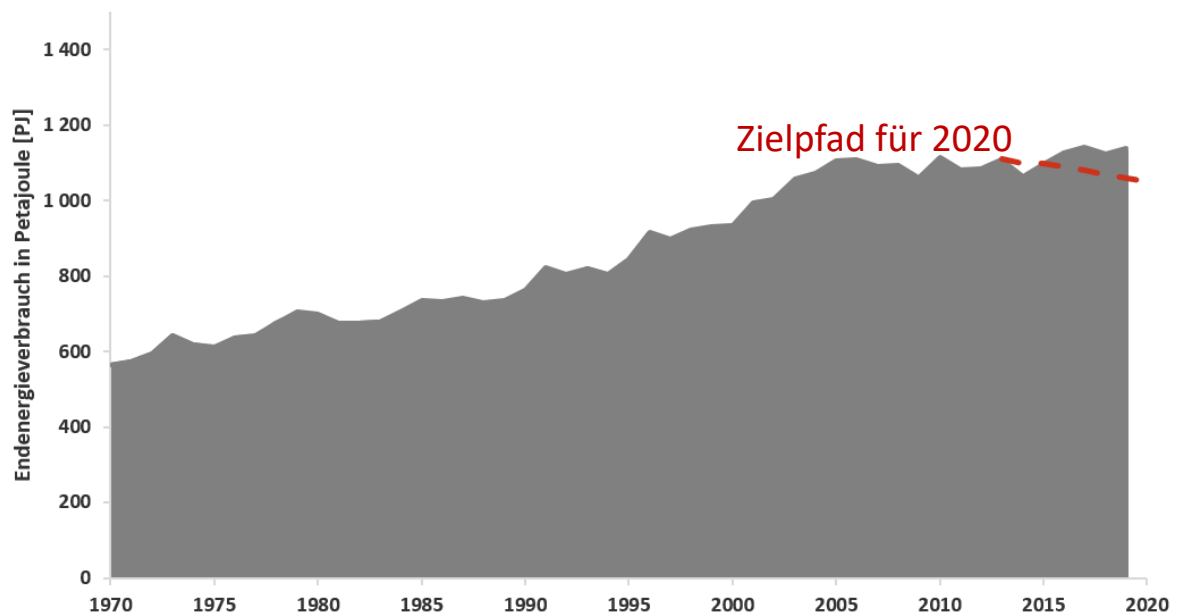


Abbildung 15: Entwicklung des Endenergiebedarfes seit 1970 (Quelle: Statistik Austria; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Am stärksten gestiegen ist der Energieverbrauch im Verkehrssektor. Dort kam es seit 1970 zu einer Steigerung von 268,7 %. Auch in den übrigen Sektoren kam es zu Verbrauchssteigerungen mit Ausnahme der Landwirtschaft, dort sank der Energieverbrauch um 29,9 %. Weitere Details zum Energieverbrauch werden im nächsten Kapitel behandelt.

7.2.2 Energieverbrauch nach Sektoren

Der Verkehrssektor hat im Jahr 2019 den größten Endenergiebedarf von allen Sektoren (Statistik Austria 2019). Mit 413 PJ hat der Verkehrssektor einen Anteil von 36,2 % (siehe Abbildung 16). Der Energieeinsatz im Verkehrssektor nahm seit 2005 mit 8,6 % auch am stärksten zu. Im Vergleich zu 2018 ist der Energiebedarf um 2,1 % gestiegen. Die Statistik Austria begründet den Anstieg durch die Zunahme des Flugverkehrs (Zuwachs von 15 %) und teilweise durch die Zunahme des Kraftfahrzeugbestandes.

Der Industriesektor hatte einen relativen Anteil von 27,4 % am Endenergiebedarf. Das entspricht 312 PJ. Seit 2005 ist der Energieverbrauch in diesem Sektor um 3,5 % gestiegen. Im Vergleich zu 2018 ist der Energieverbrauch jedoch um 1,5 % gesunken.

Die österreichischen Haushalte verbrauchten im Jahr 2019 281 PJ Energie. Das entspricht einem Anteil von 24,6 % am Gesamtenergiebedarf. In den letzten 14 Jahren ist der Energieverbrauch in den Haushalten um 1,9 % gestiegen. Vergleicht man 2018 und 2019, hat der Energiebedarf um 2,3 % zugenommen. Ein Teil der Steigerung kann durch die Zunahme des Bevölkerungsstandes und den leicht kühleren Winter erklärt werden.

Der Dienstleistungssektor hat einen Anteil von 9,8 % am Endenergiebedarf. In absoluten Zahlen entspricht das einem Energieverbrauch von 112 PJ. Seit 2005 ist hier der Energieverbrauch am stärksten zurückgegangen, nämlich um 11,4 %. Im kurzfristigen Vergleich jedoch ist der Energiebedarf um 3,4 % gestiegen. Ein Großteil des

Energiebedarfes in diesem Sektor dient zur Bereitstellung von Raumwärme (ungefähr 60 %). Auch hier kann nur ein Teil des Zuwachses auf einen etwas kälteren Winter zurückgeführt werden.

Die Landwirtschaft hat nur einen geringen Anteil am Gesamtendenergieverbrauch. Lediglich 1,9 % werden in diesem Sektor verbraucht. Langfristig betrachtet ist der Energieverbrauch seit 2005 um 0,7 % gesunken, während er zwischen 2018 und 2019 um 1,5 % gesunken ist.

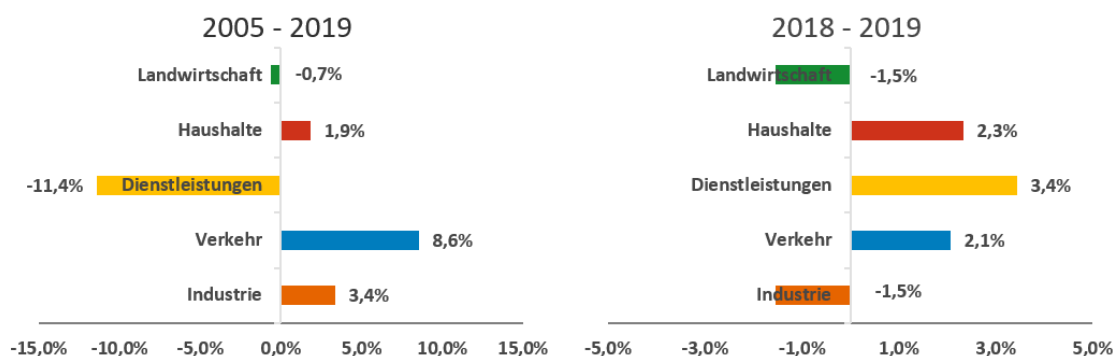
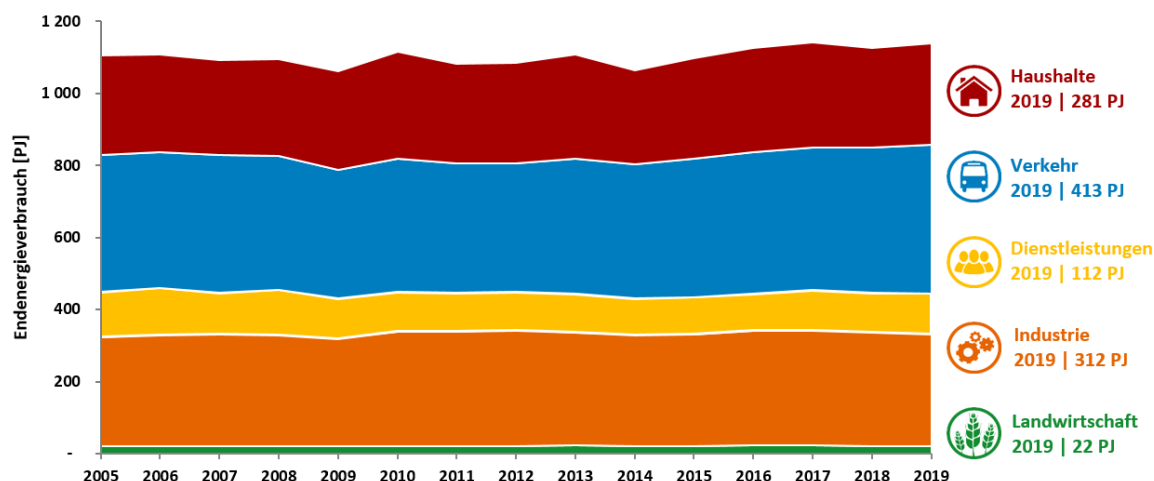


Abbildung 16: Entwicklung des sektoralen Endenergieverbrauches (Quelle: Statistik Austria; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.2.3 Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern

Der Bruttoinlandsverbrauch (1.442 PJ) Österreichs wird derzeit zum größten Teil von fossilen Brennstoffen bereitgestellt. Insgesamt haben die fossilen Brennstoffe einen Anteil von 68 % (siehe Abbildung 17). Am stärksten vertreten ist Erdöl mit einem Anteil von 37,5 %, welches vor allem im Verkehrsbereich, aber auch in den privaten Haushalten eingesetzt wird. Gefolgt wird das Erdöl von Erdgas mit einem Anteil von 22,3 %. Erdgas kommt vorwiegend im Industriesektor, aber auch in den Haushalten zur Bereitstellung von Raumwärme zum Einsatz. Drittplatziert ist die Biomasse mit einem Anteil von 15,9 %. Biomasse wird vor allem im Haushaltsbereich und in der Industrie verwendet, aber auch im Verkehrssektor in Form von biogenen Treibstoffen. 10,1 % vom Bruttoinlandsverbrauch wird von der Wasserkraft bereitgestellt. Die Wasserkraft wird überwiegend verstromt. Die Kohle hat einen Anteil von 8,2 % und wird zum größten Teil in der Industrie verwendet. Abfall hat einen Anteil

von 2,0 % und kommt größtenteils im Industriesektor zum Einsatz. Die Windkraft stellt 1,9 % des Bruttoinlandsverbrauches bereit. Die Umgebungswärme (Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme wie Wärmepumpen etc.) hat einen Anteil von 1,7 % und kommt vor allem in Haushalten und im Dienstleistungssektor vor. Die Photovoltaik hat einen Anteil von 0,4 %.

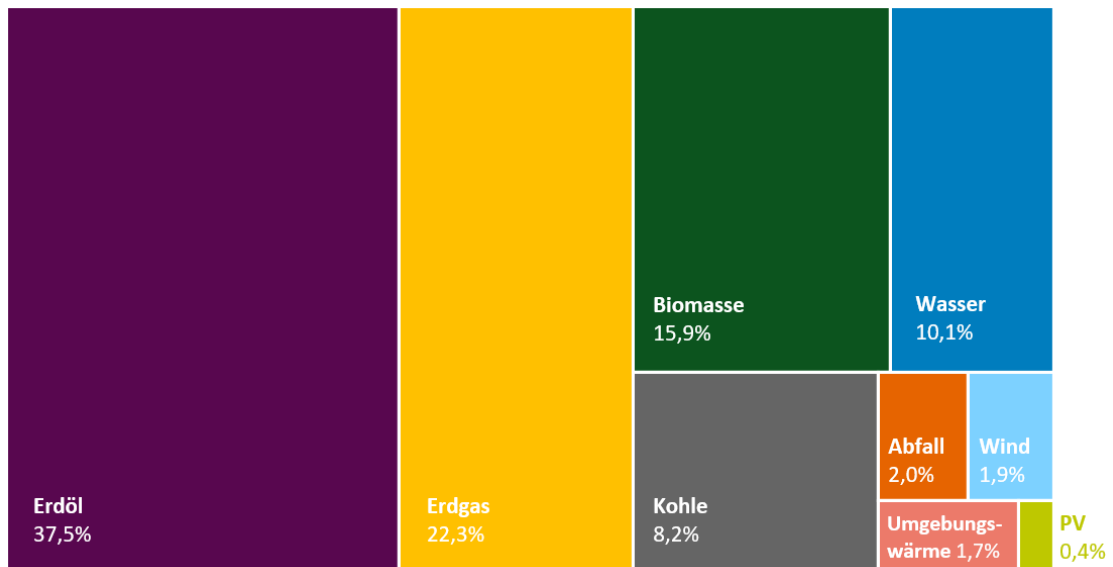


Abbildung 17: Bruttoinlandsverbrauch nach Energieträgern 2019 (Quelle: Statistik Austria; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.2.4 Bruttostromerzeugung nach Energieträgern

Im Gegensatz zur gesamten Energiebereitstellung sind in der Stromerzeugung die erneuerbaren Energietechnologien dominant. Gemeinsam mit der Wasserkraft haben die Erneuerbaren einen Anteil von 77,5 % an der Bruttostromerzeugung. Aufgrund seiner topografischen Lage verfügt Österreich über ein großes Potenzial an Wasserkraft, welches in der Vergangenheit ausgebaut wurde und mit 60,2 % einen Löwenanteil an der Bruttostromerzeugung hat. Gefolgt wird die Wasserkraft vom Erdgas, welches einen Anteil von 15,5 % hat (E-Control 2020).

Seit Bestehen der Ökostromförderung konnten auch neue erneuerbare Energietechnologien wie die Windkraft, die Photovoltaik und die Biomasseverstromung ausgebaut werden, sie halten gemeinsam einen Anteil von 17,2 %. Noch 2005 hatten diese Technologien nur einen Anteil von 6,0 %. Somit konnte der Anteil dieser Technologien um 11,2 Prozentpunkte gesteigert werden. 5,5 % des Stromes stammen aus der Verbrennung von Kohle und Erdöl.

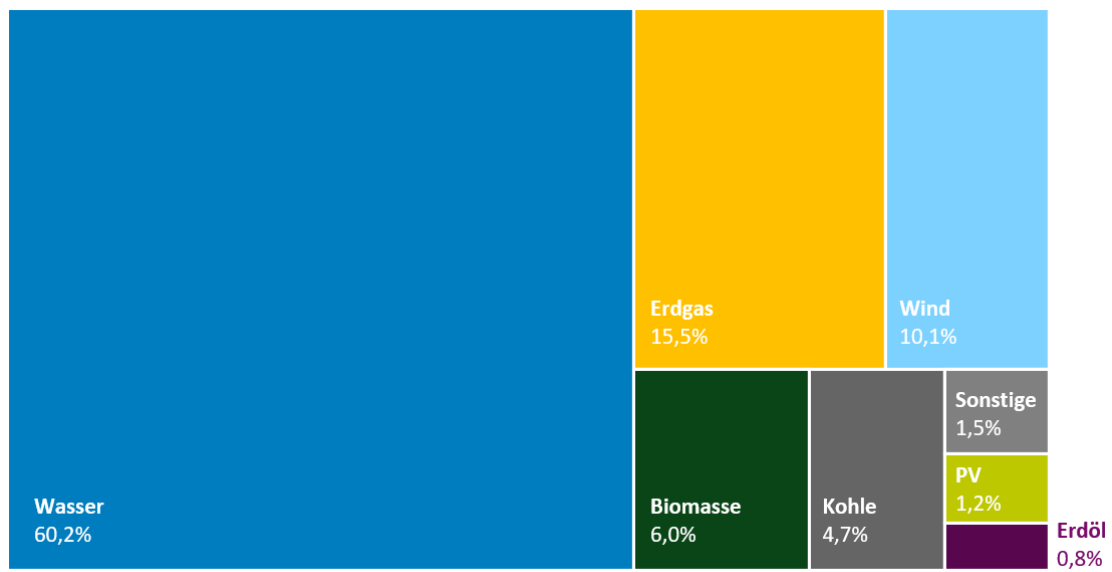


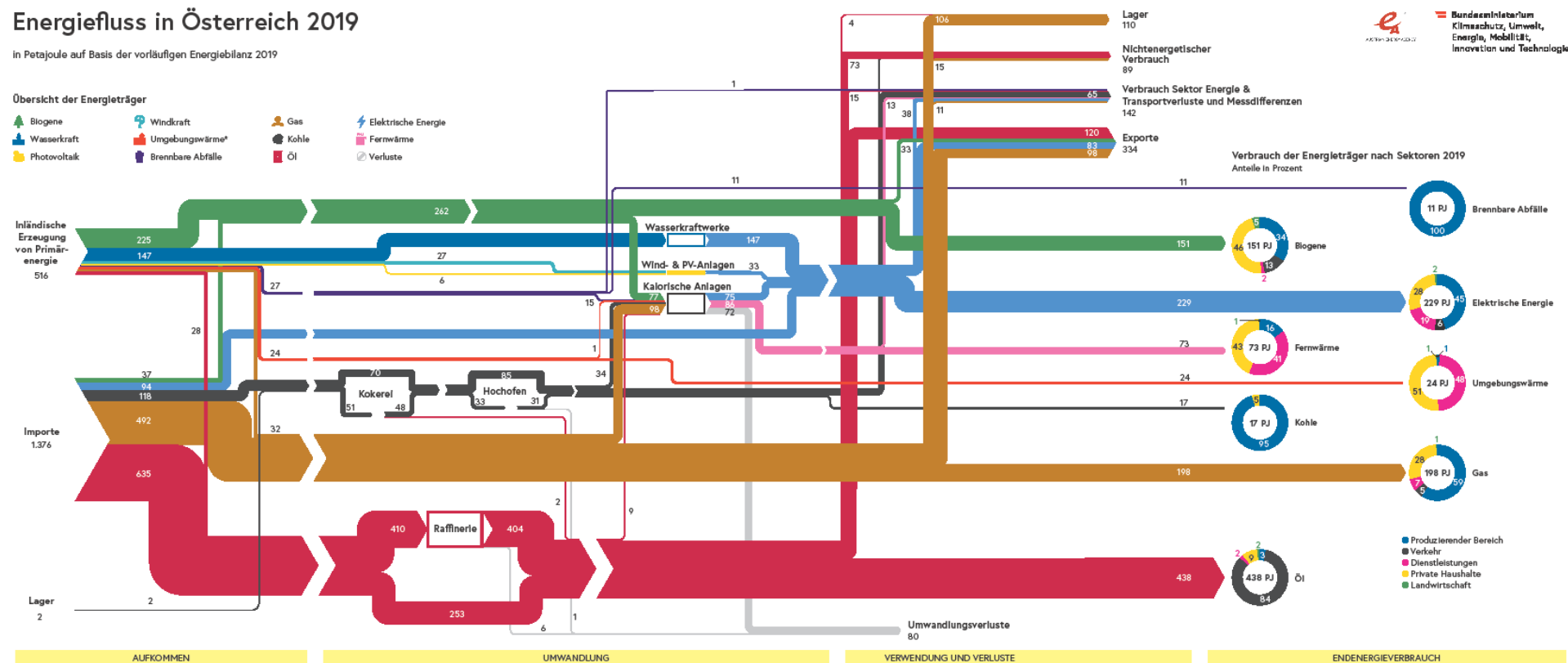
Abbildung 18: Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2019 (Quelle: E-Control; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.2.5 Energieflussbild Österreich

Energiefluss in Österreich 2019

in Petajoule auf Basis der vorläufigen Energiebilanz 2019

Übersicht der Energieträger



*) Solarthermie, Wärmepumpen, Geothermie

Das Diagramm wurde auf Basis der vorläufigen Energiebilanz für 2019 (Stand: 29. Mai 2020) sowie der Nutzenenergieanalyse für 2018 (Stand: 15. Dez. 2019) der Statistik Austria erstellt. Energieflüsse, die nicht in der vorläufigen Energiebilanz für 2019 ausgewiesen sind, wurden auf Basis der endgültigen Energiebilanz für 2018 abgeschätzt.

Abbildung 19: Energieflussbild (Quelle: Statistik Austria; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

7.2.6 Zusammensetzung Energiepreise und Energiepreisentwicklung

Neben dem Energieverbrauch ist auch die Entwicklung der Energiepreise von zentraler Bedeutung. Die Energiepreisentwicklung in Österreich ist von unterschiedlichen Einflussfaktoren abhängig, wie beispielsweise den internationalen Rohstoff- bzw. Großhandelspreisen, gesetzlichen Auflagen, Steuern und Abgaben, Transport- und Lagerungskosten sowie von unterschiedlichen Marktbedingungen.

Der Energiepreis besteht aus mehreren Komponenten. Bei Strom und Gas setzt sich dieser beispielsweise aus dem reinen Energiepreis, den Netzwerkkomponenten sowie den Steuern und Abgaben zusammen:

Die internationale Preisentwicklung beeinflusst naturgemäß auch die Energiepreissituation in Österreich. Die damit verbundene Entwicklung kann am besten durch den Energiepreisindex (EPI) abgebildet werden. Der EPI ist ein gewichteter Index, der monatlich von der Österreichischen Energieagentur auf Basis der von Statistik Austria publizierten Messzahlen zum Verbraucherpreisindex (VPI) bzw. der im VPI enthaltenen Energieträger erhoben wird (Statistik Austria 2020). Die Energieträger sind Strom, Gas, Fernwärme, Brennholz, Holzpellets, Heizöl, Eurosuper und Diesel. Diese werden im EPI repräsentativ gewichtet, um damit das aktuelle Konsumverhalten der privaten Haushalte darstellen zu können. Die Entwicklung der Preise seit 2015 ist in Abbildung 20 dargestellt.

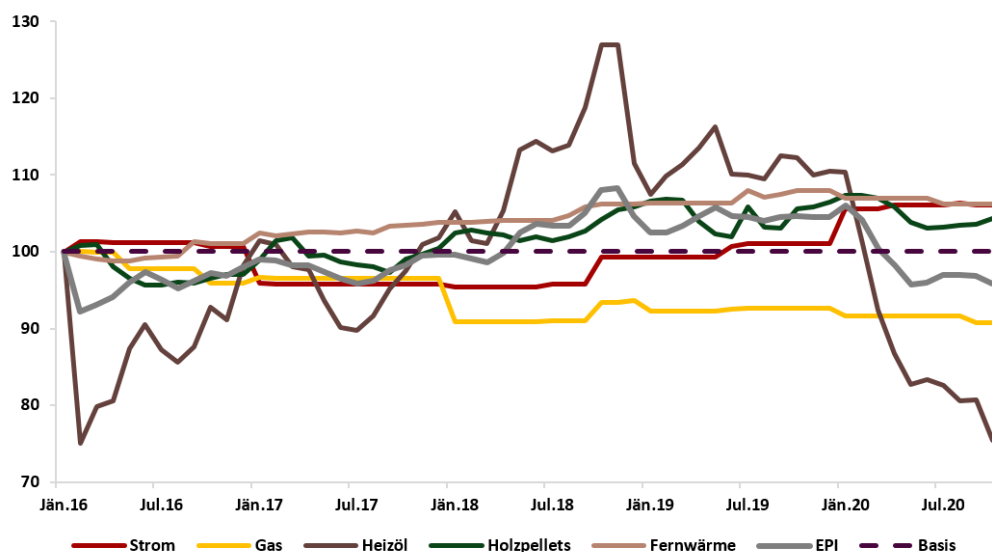


Abbildung 20: Preisentwicklung ausgewählter Energieträger seit Anfang 2016 (Quelle: Statistik Austria; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Die Preise für Heizöl und Erdgas sind derzeit am niedrigsten, da aufgrund der Covid-19-Krise die weltweite Nachfrage nach diesen Gütern gesunken ist. Das Heizöl reflektiert größtenteils die Preiseentwicklung an den internationalen Ölmärkten und ist somit sehr großen Schwankungen ausgesetzt. Der Preisverlauf des Energieträgers Strom spiegelt die alljährlichen Anpassungen der Energie- und Netztarife wider, welche oft am Ende des Jahres vorgenommen werden. Am stärksten zugenommen haben die Preise für Strom und Fernwärme.

Der EPI im Oktober 2020 liegt unter dem Niveau von 2015 bei einem Indexstand von 95,9. Mineralölprodukte wie Heizöl, Benzin und Diesel, aber auch Erdgas wirken stark preisdämpfend auf den EPI, weswegen der EPI im Oktober 2020 unter dem Niveau von 2015 liegt. Im Oktober 2020 lag der EPI bei einem Index von 95,9 Punkten.

8. Erneuerbare Energie

8.1 Funktionsweise des Energieversorgungssystems

Das Thema Energie ist heutzutage bei fast allen Haushalten bzw. Verbraucher*innen allgegenwärtig und berührt zentrale Aspekte unseres Alltags. Damit die Energie jedoch von der Quelle bzw. den Erzeugungsanlagen bis zu den Verbraucher*innen kommt, gibt es zur Übertragung und Verteilung das Stromnetz, das Gasnetz und die Nah- und Fernwärmenetze. Sie stellen somit das Fundament unserer heutigen Energieversorgung dar. Praktisch alle Haushalte in Österreich sind an das Stromnetz angeschlossen. Laut Statistik Austria heizten im Zeitraum 2017/2018 ca. 29 % aller Haushalte primär über Fernwärme, 23 % mittels Erdgas und 19 % mithilfe von Biomasse, womit diese Energieträger allein etwa 70 % der österreichischen Haushalte abdecken (Statistik Austria 2019). Neben den Konsument*innen nehmen die Energielieferanten und die Netzbetreiber in unserem Energieversorgungssystem eine zentrale Rolle ein.

Stromversorgungssystem

Die Übertragung elektrischer Energie geschieht über Stromnetze, die mit verschiedenen Spannungen betrieben werden. Das Übertragungsnetz bzw. die Höchstspannungsebene bringt die elektrische Energie von großen Kraftwerken zu den Verteilern und dient dem überregionalen Stromaustausch. Im Hochspannungsnetz wird an einige große Abnehmer wie Industriebetriebe verteilt und mittelgroße Kraftwerke speisen hier Strom ins Netz ein. Auf der Mittelspannungsebene speisen städtische Kraftwerke ein und Städte sowie Industriekunden werden versorgt. Das Verteilnetz wiederum ist das Netz, welches dem Transport von elektrischer Energie mit mittlerer oder niedriger Spannung dient und an das kleinere Verbraucher*innen wie Haushalte angeschlossen sind.

Elektrische Energie muss immer zu dem Zeitpunkt, in dem sie gebraucht wird, erzeugt werden und vom Kraftwerk zum Verbraucher gelangen, da sie im Netz nicht gespeichert werden kann. Indikator für dieses Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch ist die Netzfrequenz, welche 50 Hertz betragen muss. Um dies zu gewährleisten, werden genaue Prognosen erstellt, um darauf basierend Fahrpläne für den Einkauf bzw. Verkauf von Strom in jeder Viertelstunde zu erstellen. Bei Abweichungen von diesen Fahrplänen muss Regelenergie bereitgestellt werden. Dabei handelt es sich um eine Reserve, um Schwankungen im Stromnetz auszugleichen. Beim Einsatz kann dem Netz sowohl elektrische Energie entnommen (negative Regelenergie) oder zugeführt werden (positive Regelenergie). Regelenergie kann mittels Stromerzeugungsanlagen und Stromspeichern bereitgestellt werden. Negative Regelenergie kann auch durch Stromverbrauch bereitgestellt werden. Wenn beispielsweise zu viel Strom produziert wird, muss der Überschuss weitergeleitet werden, z. B. zu einem Pumpspeicherkraftwerk, wo er in Form von potenzieller Energie bzw. Lageenergie gespeichert werden kann. Österreich weist durch seine Lage einen umfangreichen Bestand an Speicherkraftwerken aus. Rund 100 Speicherkraftwerke befinden sich im alpinen und hochalpinen Raum.

Bei der Umsetzung der klimapolitischen Ziele im Energiebereich wird der sogenannten Sektorkopplung eine besondere Rolle zugeschrieben. Hierbei handelt es sich um die Verknüpfung der bisher zumeist getrennt betrachteten Bereiche der Strom-, Gas- und Wärmeinfrastruktur und der Nutzung von Strom in zunehmendem Ausmaß in anderen Sektoren wie z. B. der Mobilität. Zu Anwendungsbeispielen für Sektorkopplung zählen verschiedene Varianten von Power-2-Heat (z. B. Wärmepumpe), Power-2-Gas (Wasserstoffherstellung mittels Elektrolyse), die Elektromobilität und diverse industrielle Prozesse im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).

Sektorkopplung findet bei der KWK durch eine besonders hohe energetische Ausnutzung der eingesetzten Brennstoffe in einem Kraftwerk statt, indem neben Strom auch Wärme in einem gemeinsamen Prozess erzeugt wird.

Gasversorgungssystem

Das Erdgasnetz besteht ebenfalls aus Fernleitungen zum Transport von Erdgas sowie aus Verteilerleitungen zur überregionalen Gasflusssteuerung (Ebene 1) und Verteilerleitungen zur unmittelbaren Versorgung von Endverbraucher*innen (Ebene 2 und 3). Bei Fernleitungen handelt es sich um Leitungsanlagen zum Transport von Erdgas durch eine Hochdruckleitung. Die Inlandsversorgung erfolgt zum Teil durch sie. Verteilerleitungen der Ebene 1 sind Leitungen, welche mit Drücken von bis zu 70 bar betrieben werden und vorwiegend für die überregionale Gasflusssteuerung bzw. großräumige Kundenversorgung notwendig sind, und dienen außerdem der Anbindung an Erdgasspeicheranlagen. Verteilerleitungen der Ebenen 2 und 3 sind Leitungen, die zur direkten Versorgung von Endverbraucher*innen dienen, und werden von den Netzbetreibern gesteuert. Der Großteil der Endverbraucher*innen ist über Niederdruckleitungssysteme an die Erdgasversorgung angeschlossen. Das Erdgas wird dabei unter Hoch- oder Mitteldruck in die Nähe der Verbraucher*innen transportiert und in Druckregelstationen auf Niederdruckniveau reduziert. Das österreichische Gasnetz spielt aufgrund seiner geografischen Lage eine wichtige Rolle in der Weiterverteilung von Erdgas, primär nach Süd- und Westeuropa.

Österreich besitzt im Verhältnis zur Größe des Landes und dem Gasverbrauch eine sehr hohe Kapazität an unterirdischen Erdgasspeichern. Die aktuell bestehenden Speicher sind in der Lage, rund den Inlandgasverbrauch eines Jahres aufzunehmen. Sie können dazu genutzt werden, die Schwankungen zwischen Gasversorgung und Gasbedarf, etwa zur Deckung der deutlich höheren Nachfrage in den Wintermonaten, auszugleichen. Die Erdölnotstandsreserve liegt aktuell bei mehr als einem Viertel des durchschnittlichen jährlichen Verbrauchs.

Die Kennzahlen der Versorgungssicherheit haben sich in den letzten Jahren in Österreich generell positiv entwickelt. Die Nettoimporttangente (Import-Export-Saldo dividiert durch den Bruttoinlandsverbrauch eines Landes), die das Ausmaß der Importabhängigkeit zeigt, nimmt seit 2005 einen schwankenden Verlauf, ist im Jahr 2019 aber aufgrund eines Sondereffekts (hohe Gaslager) auf fast 72 % gestiegen. Der Eigenversorgungsgrad ist seit 2005 von unter 30 % auf über 35 % gestiegen (BMK 2020).

Herausforderungen für eine klimaneutrale Energiezukunft

Die Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Österreich ist ein entscheidender Beitrag zur Erreichung der nationalen Klima- und Energieziele. Dies umfasst jedoch einen massiven Anstieg der Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie. Das bestehende Netz kann mit der Entwicklung der Stromerzeugung aus diesen Energiequellen nur schwer mithalten. Dies ist vor allem auf die starken (saisonalen) Schwankungen und die schwere Prognostizierbarkeit dieser Energiequellen zurückzuführen. Ein modernes Stromnetz muss jedoch in der Lage sein, diese neuen, schwer planbaren Produktionsmuster mit dem Verbrauch abzustimmen. So sind beispielsweise die meisten Windkraftanlagen im Osten Österreichs zu finden, doch die Speicherkraftwerke liegen größtenteils in Westösterreich. Bei unzureichenden Netzkapazitäten ist ein vollständiger Transport der elektrischen Energie nur begrenzt möglich. Dies führt zu einer Limitierung des möglichen Stromaustauschs zwischen West- und Ostösterreich und kann physikalisch nur noch durch umfangreiche Stabilisierungsmaßnahmen kontrolliert werden. Je größer der Anteil der Erneuerbaren an der Stromerzeugung wird, umso wichtiger wird somit auch ein entsprechender Ausbau der Netzkapazitäten.

Die Sektorkopplung kann hierbei ebenfalls einen Beitrag leisten, da die häufig flexiblen Sektorkopplungs-Anwendungen (etwa Power-2-Heat oder Pufferbatterien bei der E-Ladeinfrastruktur) dazu verwendet werden können, diese Effekte abzufedern. Auch die saisonale Verlagerung von überschüssigem Strom aus erneuerbaren Energieträgern kann durch sie ermöglicht werden, bspw. durch die Nutzung von methanisiertem Wasserstoff. Dies hat einen weiteren positiven Effekt, da durch die Bereitstellung erneuerbarer Energie mittels bestehender Gas- und Wärmenetze bereits vorhandene Infrastruktur wie Netze und Speicher erhalten und weiter genutzt werden kann. Allgemein lässt sich sagen, dass eine größere Vielfalt an Energieträgern und Erzeugungstechnologien die Resilienz des Energiesystems erhöhen. Ergänzt durch eine verstärkte Nutzung lokal vorhandener Ressourcen stellt dies die Versorgungssicherheit in Österreich auch in Zukunft sicher.

8.2 Wirkungsgrade

Der elektrische Wirkungsgrad gibt an, wie viel Prozent der eingesetzten Primärenergie (Wasser, Wind, Biogas, Holz, Sonne) mit der jeweiligen Energieumwandlungstechnologie direkt in elektrische Energie umgewandelt werden kann. Die nachstehende Abbildung 21 zeigt die elektrischen Wirkungsgrade von verschiedenen Technologien zur Produktion von Ökostrom. Verbrennungsprozesse können bei gekoppelter Erzeugung von Strom und Wärme Gesamtwirkungsgrade von bis zu 80–85 % (el. und thermisch) erreichen. Am besten kann die eingesetzte Energieform von Wasser- und Windkraft, gefolgt von Anlagen, die gasförmige Biomasse verwerten, direkt in Strom umgewandelt werden.

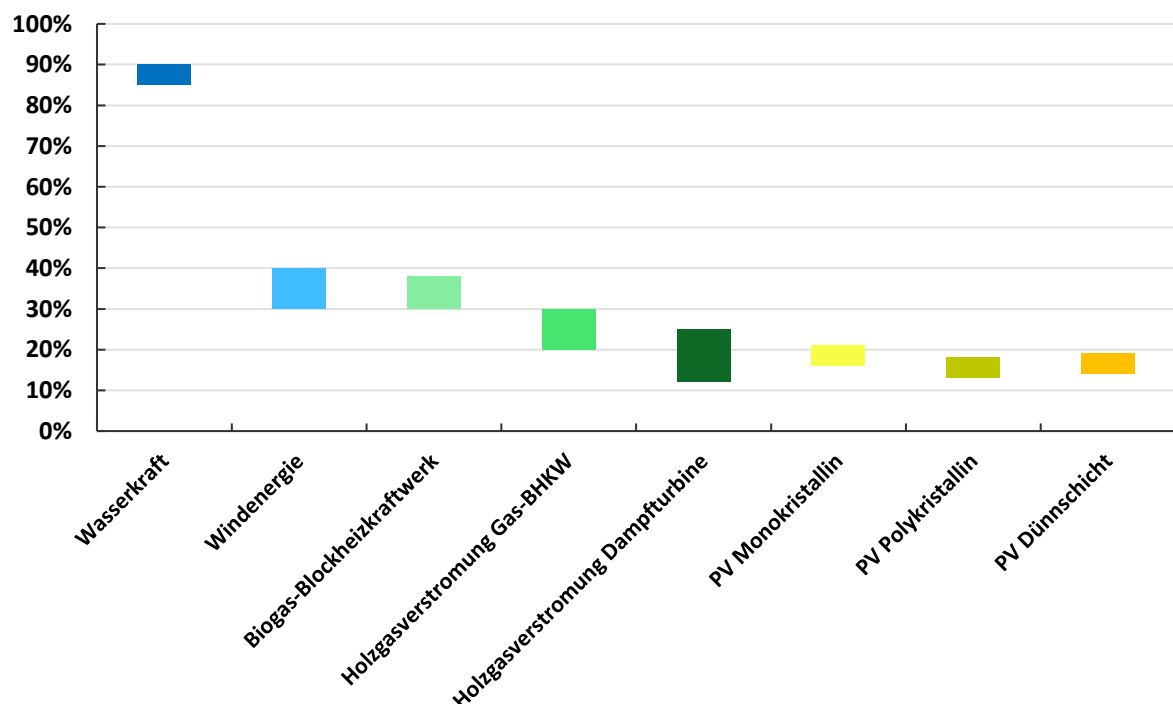


Abbildung 21: Elektrische Wirkungsgrade von Stromerzeugungsanlagen in Prozent (Quelle: Österreichische Energieagentur; Modulwirkungsgrade von PV nach Fraunhofer ISE 2020)

Bei brennstoffunabhängigen Technologien wie Windkraft und PV spielt der elektrische Wirkungsgrad eine vergleichsweise untergeordnete Rolle.

8.3 Energierücklaufzeit und Erntefaktor

Die Energierücklaufzeit gibt an, in welchem Zeitraum der energetische Aufwand für die Herstellung einer Energieumwandlungsanlage durch die Energiebereitstellung derselben amortisiert wird, während der Erntefaktor beschreibt, wie oft der energetische Aufwand für die Herstellung einer Energieumwandlungsanlage über die Lebensdauer der Anlage produziert wird.

Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich dieser beiden wesentlichen Größen sowie die Lebensdauer verschiedener konventioneller und alternativer Stromerzeugungsanlagen. Kalorische und atomare Kraftwerksanlagen haben Energierücklaufzeiten von ca. ein bis vier Jahren und Erntefaktoren von 2 bis 8 bei relativ hohen Lebensdauern von 30 bis 50 Jahren. Bei regenerativen Energien haben insbesondere Windkraftwerke mit 0,1 bis 1,5 Jahren sehr niedrige Energierücklaufzeiten und mit 18 bis 20 vergleichsweise hohe Erntefaktoren. Die langlebigen Wasserkraftwerke haben je nach baulichem Aufwand vergleichbare Energierücklaufzeiten, jedoch mit 58 bis 78 die höchsten Erntefaktoren. PV-Anlagen erzielen in südlichen Ländern eine Energierücklaufzeit von einem halben Jahr, in nördlicheren Ländern von etwa eineinhalb Jahren. Der Erntefaktor von PV-Anlagen liegt mit 4 bis 8 bereits höher als bei Geothermie und wird sich noch weiter erhöhen. Alternative Erzeugungsanlagen haben somit nicht nur überwiegend bessere Energierücklaufzeiten, sie erzielen auch deutlich höhere Erntefaktoren als konventionelle Kraftwerksanlagen und sind damit nicht nur umweltfreundlich, sondern auch deutlich ertragreicher.

Tabelle 2: Energierücklaufzeit, Anlagenlebensdauer und Erntefaktor verschiedener Stromerzeugungsanlagen (Quelle: Fraunhofer ISE 2020, Steffen et al. 2018, IPCC 2011)

Kraftwerks- technologie	Energierücklaufzeit (Jahre)		Lebensdauer (Jahre)	Erntefaktor (Energie- Output/Energie- Input)
	Untere Bandbreite	Obere Bandbreite		
Kohle	0,5	3,7	50,0	8
Erdgas, Gas- und Dampfprozess	1,2	3,6	30,0	3
Nuklearenergie	0,8	3,0	40,0	12
Photovoltaik	0,5	1,5	25,0	4–8
Geothermie	0,6	3,6	30,0	3
Windkraft	0,1	1,5	25,0	18–20
Wasserkraft	0,1	3,5	70,0	58–78

8.4 Photovoltaik

8.4.1 Marktdaten

In Österreich gewann der Photovoltaikmarkt bereits seit 2011 stark an Dynamik (siehe die nachfolgende Abbildung). Im Jahr 2019 wurden laut Biermayr et al. (2020) Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 247 MWp installiert (davon 246,46 MWp netzgekoppelte und 0,5 MWp autarke Photovoltaikanlagen). Ende 2019 belief sich die kumulierte Gesamtkapazität aller PV-Anlagen in Österreich auf 1.702 MWp.

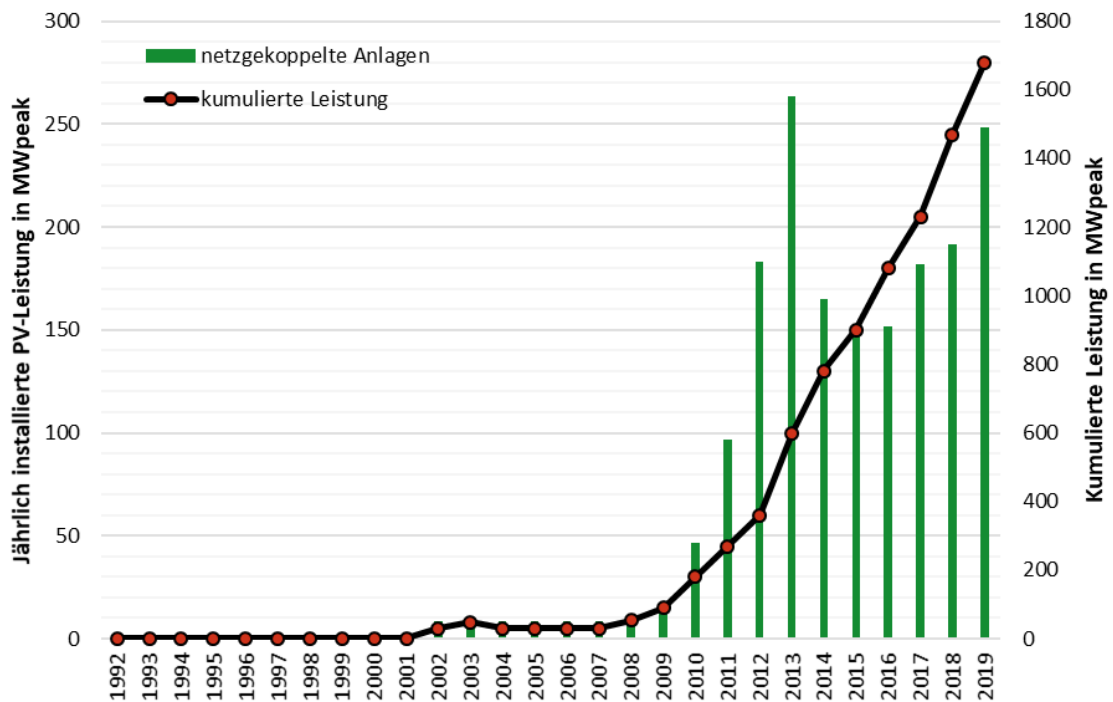


Abbildung 22: Entwicklung der jährlich installierten sowie kumulierten PV-Anlagenkapazität in MW_{peak} in Österreich bis 2019 (Quelle: Biermayr et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Kosten- und Preisentwicklungen

Der globale PV-Markt hat in den letzten Jahrzehnten umfangreiche Änderungen in seiner Kosten- und Preisstruktur durchgemacht. Die aufgetretenen beachtlichen Kostenreduktionen sind neben der Verringerung der Wafer-(Zellscheiben-)Dicke bei gleichzeitig steigenden elektrischen Wirkungsgraden auf Skaleneffekte (Kostensenkung durch Massenproduktion) zurückzuführen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Preise für PV-Komplettsysteme mit 5 kWp in den Jahren 2011 bis 2019. PV-Komplettsysteme mit 10 kWp lassen einen ähnlichen Verlauf erkennen und wiesen im Jahr 2019 Durchschnittspreise von 1.191 €/kWp auf. Damit lagen typische spezifische Preise in dieser Leistungskategorie um ca. ein Viertel unter jenen von 5-kWp-Anlagen.

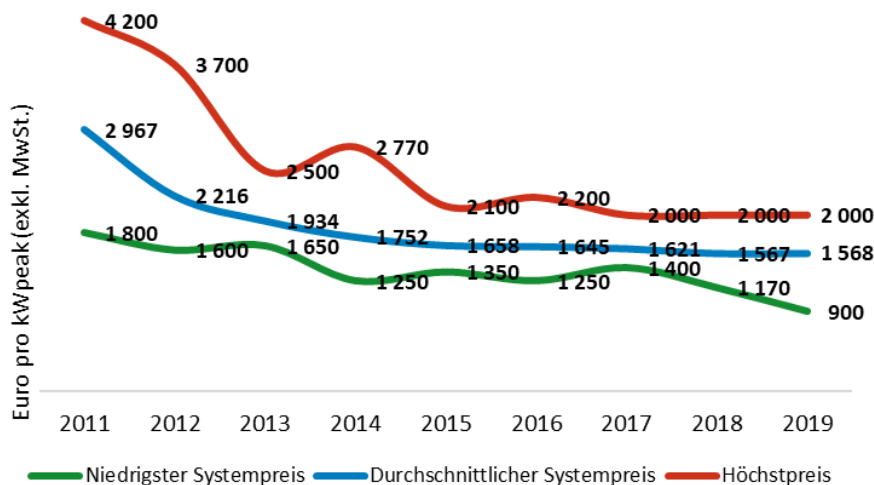


Abbildung 23: Typische Systempreise von 5-kWpeak-PV-Anlagen netzgekoppelt (2011–2019), Werte exkl. MwSt. (Quelle: Biermayr et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

8.4.2 Technologie

Bei kommerziellen Photovoltaikanlagen werden meist jeweils monokristalline, polykristalline und amorphe (Dünnschicht-)Solarzellen oder auch flexible organische Solarzellen („Ribbon-Si“) in Serie oder parallel zu Modulen zusammengeschaltet. In Österreich dominieren in zunehmendem Maße polykristalline Zellen (auch „multikristallin“ genannt) den Markt (siehe nachfolgende Abbildung). Der Anteil monokristalliner Zellen ist jedoch wieder im Steigen.

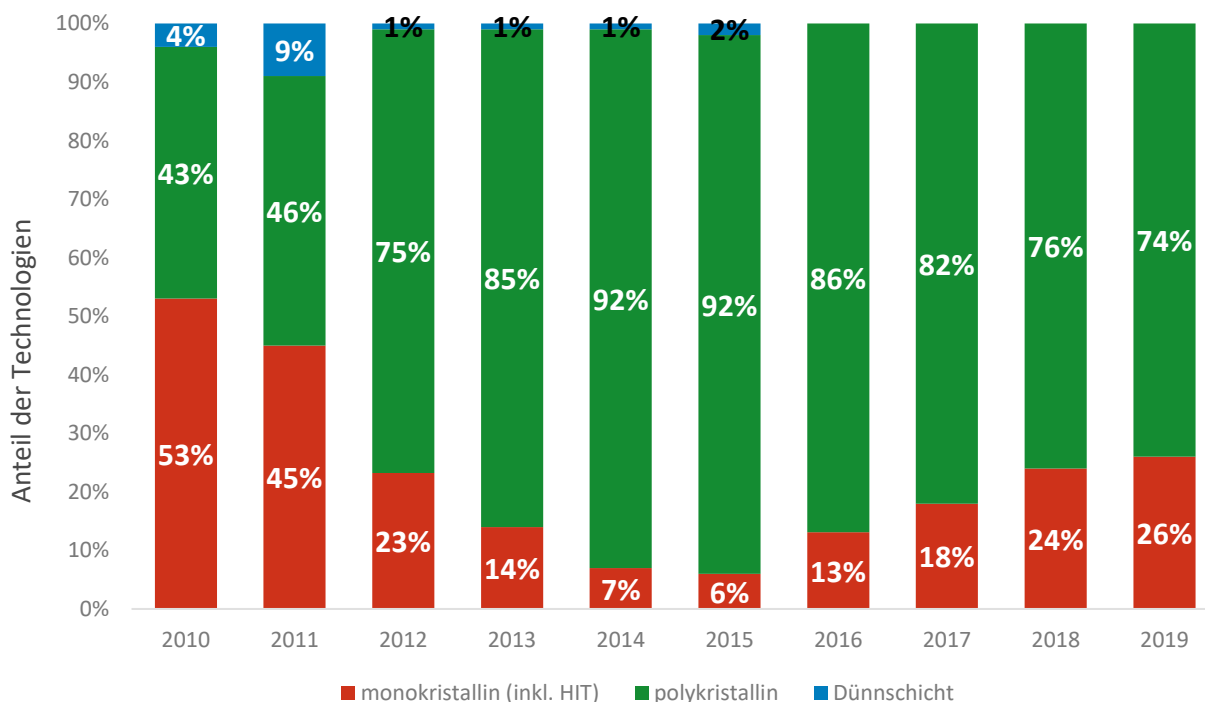


Abbildung 24: Anteile der in den Jahren 2010 bis 2019 installierten Solarzellentypen in Österreich (Quelle: Biermayr et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Neben den PV-Anlagen mit unterschiedlichen Zelltypen gibt es Anlagen, bei denen durch optische Systeme gebündeltes Licht auf die Zellen trifft (High Concentration Photovoltaic Systems; HCPVs). Die Zelltypen unterscheiden sich u. a. hinsichtlich ihrer Energieumwandlungseffizienz und ihres spezifischen Flächenverbrauchs.

In den letzten zehn Jahren konnte der Modulwirkungsgrad von siliziumbasierten Modulen von durchschnittlich 12 % auf durchschnittlich 17 % gesteigert werden (Super-mono 21 %). Im gleichen Zeitraum gelang bei CdTe-basierten Dünnschicht-Modulen eine Steigerung von 9 % auf durchschnittlich 19 % (Fraunhofer ISE 2020).

8.4.3 Potenziale in Österreich

In einem aktuellen Update der Studie „Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich“ aus 2007 (Fechner et al. 2016) werden mögliche Entwicklungspfade für PV in Österreich anhand zweier Szenarien gegenübergestellt. Das erste Szenario schreibt die mittlere Entwicklung der vergangenen Jahre mit etwa 150-MWp-Neuinstallationen pro Jahr bis 2050 fort. Im zweiten Szenario, das die mögliche bzw. notwendige Rolle der Photovoltaik im österreichischen Energiesystem aufzeigt, wird davon ausgegangen, dass klimapolitische Ankündigungen umfassend umgesetzt werden und das Zwei-Grad-Klimaziel konsequent verfolgt und erreicht wird.

Die Ergebnisse der aktuellen Roadmap zeigen, dass die Rolle der Photovoltaik in der österreichischen Energieversorgung einen Anteil von etwa 27 % am Stromaufkommen und etwa 13 % am Gesamtenergieaufkommen bis 2050 erreichen kann. Für das Ziel der 100%igen Stromversorgung aus erneuerbarer Energie bis 2030 kann die Photovoltaik bei ambitionierter Weichenstellung mindestens 15,3 % beitragen.

In Österreich waren mit Stand 2019 knapp 1,7 GW an PV-Anlagenleistung installiert, damit werden durch PV-Anlagen ca. 2 % des österreichischen Strombedarfes gedeckt.

Die Möglichkeiten für weitere Anwendungsfelder der Photovoltaik hängen insbesondere auch mit einer Steigerung der elektrischen Wirkungsgrade zusammen; d. h. größer werdende Erträge bei kleiner werdender Fläche. Nicht zuletzt werden die Anlagen dadurch auch noch kosteneffizienter. Neue Materialien, durchsichtige Module, flexible Zellen und andere Entwicklungen lassen in Zukunft jede dem Licht zugewandte Fläche für Stromproduktion möglich erscheinen.

8.4.4 Vor- und Nachteile

Im Strombereich ist PV, neben Wasser- und Windkraft, aktuell die billigste Form, Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu erzeugen. Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden hinsichtlich der weiteren Ausbaupotenziale die wichtigsten auf erneuerbarer Energie beruhenden Technologien zur Umsetzung der klimaneutralen Energiezukunft im Strombereich sein. Die Erzeugungsprofile von Wind- und PV-Strom ergänzen einander saisonal recht gut, da Windkraftanlagen vor allem im Winter und PV-Anlagen im Sommer ihre höchsten Erträge erzielen.

Einer der wichtigsten Vorteile von Photovoltaikanlagen ist, dass keine Brennstoffkosten anfallen. Insbesondere durch stark gesunkene Anlagenkosten besteht im Bereich der dezentralen Eigenstromversorgung in vielen Bereichen bereits Wirtschaftlichkeit ohne notwendige Förderungen. Die Investitionskosten von PV-Anlagen können noch weiter sinken: Technologisch ist noch ein deutliches Kostensenkungspotenzial (z. B. durch weitere Wirkungsgradsteigerungen) gegeben. In den letzten zehn Jahren konnte der Materialeinsatz für Siliziumzellen durch Effizienzsteigerungen deutlich reduziert werden.

PV-Anlagen sind darüber hinaus mit einem relativ geringen Ausmaß an grauer Energie (die Energiemenge für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes) behaftet. Die Energierückgewinnungszeit von PV-Anlagen ist abhängig von der geografischen Lage: PV-Anlagen in Nordeuropa benötigen rund 1,5 Jahre, um die eingesetzte Energie auszugleichen, während PV-Anlagen im Süden je nach installierter Technologie nach einem Jahr und weniger ihrem Energieeinsatz entsprechen. Bei einer Lebensdauer von 20 Jahren kann eine PV-Anlage das Zwanzigfache der für die Herstellung benötigten Energie produzieren (Fraunhofer ISE 2020).

Ein Nachteil der PV-Technik ist, dass die bestehende Netzinfrastruktur für große, zentrale Erzeugungsanlagen konzipiert wurde. Insbesondere in ländlichen Regionen bedarf es daher innovativer Lösungen und weiterer Netzausbauten und -verstärkungen, um größere Mengen an PV-Strom ins Netz integrieren zu können. Im städtischen Bereich sind diese Aspekte aufgrund hoher Verbrauchsdichten und kurzer Stromtransportwege weniger relevant.

Mit der wetterabhängigen PV-Technologie ist keine verbrauchsgeführte Energieerzeugung möglich. Dies bedeutet mit fortschreitendem Ausbau der PV-Technologie einen erhöhten Bedarf an flexiblerer Kraftwerks- und Netzinfrastruktur sowie an Speicherlösungen.

Mehr zum Thema

Biermayr et al. 2020: Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2019

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2020-14-marktstatistik-2019-bf.pdf]

Bundesverband Photovoltaic Austria – PV-Tool zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit

[<https://www.pvaustria.at/pv-tools/>]

Solar Power Europe [<https://www.solarpowereurope.org/>]

Fraunhofer ISE 2020 (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme): Photovoltaics Report

[<https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>]

H. Fechner et al. 2016: Technologie-Roadmap für Photovoltaik in Österreich

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/edz_pdf/1615_technologie_roadmap_photovoltaik.pdf]

Photon – Das Solarstrommagazin [<https://www.photon.info/de>]

8.5 Windkraftanlagen

8.5.1 Marktdaten

Die Windkraft erfährt in Österreich seit 2003 einen fast kontinuierlichen Ausbau. Im Jahr 2019 wurden laut Biermayr et al. (2020) Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 152 MW installiert. Der Ausbau hat in den letzten Jahren jedoch deutlich abgenommen. Konnten 2014 noch netto (also Aufbau minus Abbau) 141 Windkraftanlagen errichtet werden, waren es 2019 netto nur noch 33. Der Nettozubau 2019 war somit der geringste seit dem Inkrafttreten des geltenden Ökostromgesetzes 2012.

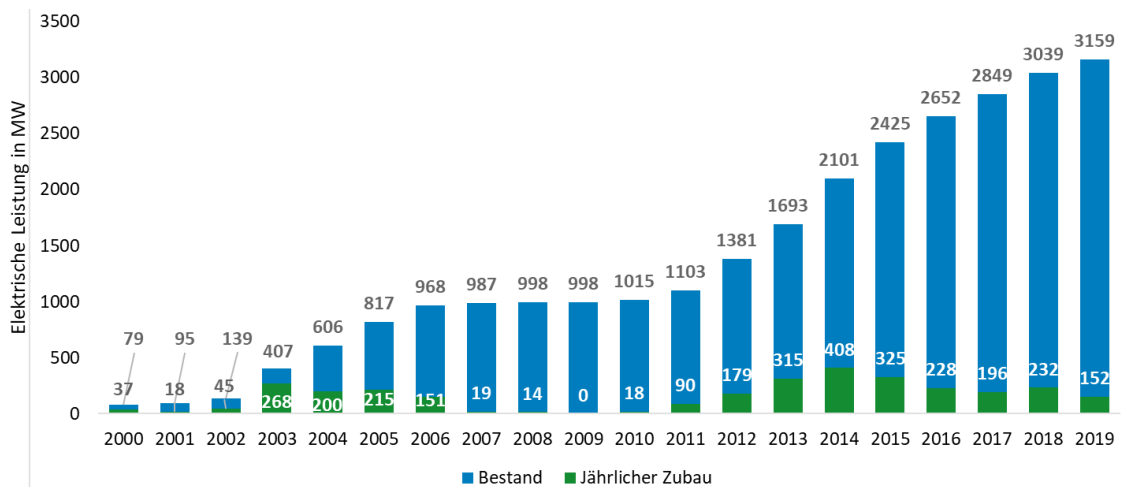


Abbildung 25: Entwicklung des jährlich Zubaus sowie der installierten Windkraftanlagenkapazität in MW in Österreich bis 2019 (Quelle: Biermayr et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Kosten- und Preisentwicklungen

Zur Kostenentwicklung von Windkraftanlagen gibt es wenige gesicherte öffentliche Informationen. Die Anlagenkosten machen jedenfalls nur einen Teil der Gesamtkosten aus. Zuwege, Grundstückspreise bzw. Pacht, Netzanschluss, Fundamentierung, Transport und Logistik können von Fall zu Fall sehr unterschiedlich hohe Kosten verursachen. Ein guter und pragmatischer Indikator für die Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen sind die jährlich erzielten Zuwächse an Windkraftanlagen durch die jährlich angepassten Einspeisetarife. Die bisherigen Einspeisetarife führten seit 2012 zu einem zügigen Ausbau in Österreich. Da Windkraftprojekte von der Größe her kreditwürdig sein müssen, ist anzunehmen, dass die Wirtschaftlichkeit durch entsprechende Renditen gegeben ist.

Von starken Preisverfällen wie bei der Photovoltaik in den letzten Jahren ist man bei Windkraft weit entfernt: Die Verbilligungen durch technologische Verbesserungen, Massenproduktion und einen hochkompetitiven weltweiten Wettbewerb wurden teilweise von höheren Materialkosten wieder zunichtegemacht. Des Weiteren ist auch ein Trend zu beobachten, Anlagen einzusetzen, die zwar bezogen auf die installierte Leistung teurer sind, das Windangebot aber bei schwachen und mittleren Windgeschwindigkeiten besser ausnutzen können und damit zu einer größeren Zahl von Volllaststunden bzw. höheren Jahreserträgen pro installierter Leistung führen.

8.5.2 Technologie

Eine Windkraftanlage wandelt die kinetische Energie bewegter Luftmassen (Windenergie) in elektrische Energie um. Der aerodynamische Wirkungsgrad einer Anlage kann über das Verhältnis des Leistungsbeiwertes der Maschine zum Betz'schen (maximalen) Leistungsbeiwert ausgedrückt werden. Dieses Verhältnis liegt zwischen 70–85 %, je nach Windverhältnissen und der daraufhin optimierten Auslegung der Anlage. Das bedeutet, dass unter optimalen Voraussetzungen bis zu 85 % der maximal möglichen umwandelbaren Energie des Windes (59,3 %) genutzt werden. Zur Berechnung des Gesamtwirkungsgrades müssen zusätzlich noch die Wirkungsgrade aller mechanischen und elektrischen Maschinenteile berücksichtigt werden, die Verluste von insgesamt 10–20 % verursachen können.

Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist aber nicht der Gesamtwirkungsgrad, sondern die tatsächliche Laufzeit und jeweiligen Erträge, die in Volllaststunden pro Jahr ausgedrückt werden. Für die richtige Auswahl der Anlage und deren Dimensionierung ist die Kenntnis der Windverhältnisse am geplanten Standort wichtig. Der Ertrag

einer Windkraftanlage aus der kinetischen Energie des Windes steigt mit der dritten Potenz seiner Geschwindigkeit, darum sind Durchschnittsgeschwindigkeiten eines Standortes wenig aussagekräftig.

Bei großen Windkraftanlagen (2–3 MW, Nabenhöhe im Bereich von 100 bis über 135 Metern) an guten Standorten in Österreich werden deutlich über 2.500 Volllaststunden erreicht, bei schlechteren Standorten und mangelnder technischer Verfügbarkeit liegen diese Werte oft weit darunter. Laut Ökostrombericht 2020 der E-Control wies das leistungsbezogene beste Drittel aller 2019 einspeisenden Windkraftanlagen im Durchschnitt 3.036 Volllaststunden auf. Das schlechteste Drittel kam im Durchschnitt nur auf 1.370 Volllaststunden, hier ist dann meist ein wirtschaftlicher Betrieb nicht darstellbar. Der Durchschnitt aller Anlagen lag bei 2.145 Volllaststunden. Bei der direkten Netzeinspeisung sind die Generatoren an das öffentliche Stromversorgungsnetz angeschlossen. Diese Betriebsweise erfordert wegen der notwendigen Regelungs- und Sicherheitsmaßnahmen relativ hohe Investitionen. Diese Maßnahmen lohnen sich erst für Anlagen ab mittlerer Leistung.

Derzeit dominieren zwei technologische Hauptgruppen den Markt: Anlagen mit Getriebe und getriebelose Anlagen mit Direktantrieb. Anlagen mit Getriebe übertragen die großen Drehmomente des Rotors über ein Getriebe an einen kleineren Generator, bei denjenigen mit Direktantrieb ist der Rotor direkt mit dem Generator gekoppelt. Einzelne Hersteller setzen aufgrund des technischen Aufwands nicht auf beide Technologien gleichzeitig. Die Windkraftanlagen in Österreich basieren aktuell zu ca. zwei Dritteln auf Windkraftanlagen ohne Getriebe mit Direktantrieb und zu etwa einem Drittel auf Windkraftanlagen mit Getriebe (Biermayr et al. 2020). Die Technologie bei den großen Anlagen kann als ausgereift und zuverlässig bezeichnet werden.

Der Zubau in Österreich wurde im Jahr 2019 lediglich durch Anlagen von drei Herstellern bewerkstelligt: Enercon, Vestas und Senvion. 2019 ging Senvion jedoch in Insolvenz, was zu einer Verschiebung von Marktanteilen führen wird. Die realisierten Anlagen im Jahr 2019 hatten im Durchschnitt einen Rotordurchmesser von 114 m und eine Leistung von 3,14 MW (Biermayr et al. 2020).

8.5.3 Potenziale in Österreich

Laut der Studie „Das realisierbare Windpotential Österreichs für 2020 und 2030“, die die Energiewerkstatt 2014 im Auftrag der IG Windkraft und des Klima- und Energiefonds durchgeführt hat, wäre für das Jahr 2020 ein realisierbares Windenergiepotenzial von 3.800 MW und ein Anteil von 13,5 % des Stromverbrauchs möglich. Für das Jahr 2030 wurde ein realisierbares Potenzial von 6.650 MW und ein Anteil der Windstromerzeugung am österreichischen Stromverbrauch von 24 % ermittelt. Für die Berechnung der theoretischen Potenziale wurden Szenarien definiert, welche die wirtschaftliche, technologische und gesellschaftliche Entwicklung der Windkraftnutzung in Österreich bis zum Jahr 2030 möglichst realistisch abbilden sollten. Die Bewertung der realisierbaren Potenziale wurde anhand einer umfassenden Analyse von bereits errichteten, bewilligten und in Planung befindlichen Windkraftanlagen und der von den einzelnen Bundesländern in Zonierungsplänen oder Zielfestlegungen definierten Ausbauziele umgesetzt (Winkelmeier et al. 2014).

Da in den letzten Jahren die Entwicklung der Windkrafttechnik dynamischer vorangeschritten ist, als in der im Jahr 2014 durchgeführten Studie angenommen wurde, wurde 2018 eine Neubewertung der identifizierten Potenziale der Windkraft in Österreich für 2030 vorgenommen. Unter der Annahme, dass der aus heutiger Sicht zu erwartende Trend zu höheren durchschnittlichen Leistungen, größeren Rotordurchmessern und höheren Türmen als ursprünglich angenommen eintreten wird, können innerhalb der im Jahr 2014 definierten Potenzialflächen deutlich höhere Erträge erwirtschaftet werden, als dies erwartet wurde. Durch die Erhöhung der in der Studie des Jahres 2014 angesetzten durchschnittlichen Anlagenleistung von 3,0 MW auf 3,6 MW und der Rotordurchmesser von 110 m auf 125 m kann eine Steigerung der durchschnittlichen Erträge um etwa 27 %, bei einer gleichzeitigen Reduktion der Potenzialflächen um etwa 9 %, erreicht werden. Für das Jahr 2030 kann

auf dieser Basis ein realisierbares Windkraftpotenzial von 7.500 MW Leistung und ein Anteil der Windenergie an der Stromaufbringung von etwa 26 % (22,5 von 88 TWh) angenommen werden (Moidl und Winkelmeier 2018).

In Österreich waren mit Stand 2019 knapp 3,16 GW an Windkraftanlagenleistung installiert. Dies ermöglichte eine jährliche Stromproduktion von 7,3 TWh, was etwa 11 % des österreichischen Stromverbrauchs entspricht. Das Ökostromziel für 2020 laut Ökostromgesetz 2012 für den Windsektor konnte somit realisiert werden (Ökostromziel: 10 % bzw. 3 GW).

8.5.4 Vor- und Nachteile

Windkraft gehört zu den günstigsten Möglichkeiten, Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu erzeugen. Sie wird neben der Photovoltaik hinsichtlich der weiteren Ausbaupotenziale die wichtigste auf erneuerbarer Energie beruhende Technologie zur Umsetzung der Energiewende im Strombereich sein. Dazu kommt, dass sich die Erzeugungsprofile von Wind- und PV-Strom wie bereits erwähnt einander saisonal recht gut ergänzen, da Windkraftanlagen vor allem im Winter und PV-Anlagen im Sommer ihre höchsten Erträge erzielen. Des Weiteren können diese Ressourcen lokal genutzt werden. Die Windkraftnutzung reduziert somit die Abhängigkeit von anderen Staaten in der Energieversorgung und erhöht die Wertschöpfung in Österreich.

Ein weiterer wichtiger Vorteil ist, dass keine Brennstoffkosten anfallen. Die zugrundeliegende Technologie ist ebenfalls bereits in einem sehr ausgereiften Stadium und gewinnt dennoch durch voranschreitende technologische Entwicklungen nach wie vor kontinuierlich an Effektivität. Es besteht ebenso die Möglichkeit, viele Bestandteile einer Windkraftanlage am Ende ihres Lebenszyklus wiederzuverwerten und sie schnell abzubauen. Des Weiteren gibt es bereits verschiedene erprobte Beteiligungsmodelle für Windkraftanlagen, wodurch beispielsweise auch Gemeinden von der Errichtung in vielerlei Hinsicht profitieren können.

Zu den Nachteilen der Windkrafttechnik zählen der relativ hohe Flächenverbrauch und die auftretende Geräuschentwicklung. Auch die Bildung der beweglichen Schatten wird häufig als negativ empfunden. Insbesondere in ländlichen Regionen kommt es auch oft zu einer wahrgenommenen Beeinträchtigung der Landschaft, vor allem in Tourismusgebieten.

Mit der wetterabhängigen Windkraft ist wie bei PV keine verbrauchsgeführte Energieerzeugung möglich. Dies bedeutet mit fortschreitendem Ausbau der Technologie einen erhöhten Bedarf an flexiblerer Kraftwerks- und Netzinfrastruktur sowie an Speicherlösungen.

Mehr zum Thema

Biermayr et al. 2020: Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2019

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2020-14-marktstatistik-2019-bf.pdf]

Interessensvertretung Windenergie [<https://www.igwindkraft.at/>]

Windenergie in Österreich [[https://windfakten.at/?xmlval_ID_KEY\[0\]=1234](https://windfakten.at/?xmlval_ID_KEY[0]=1234)]

Wegweiser zur Planung eines eigenen Windparks [[https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY\[0\]=1044](https://www.igwindkraft.at/?xmlval_ID_KEY[0]=1044)]

Moidl und Winkelmeier 2018: Neubewertung des Potentials zur Nutzung der Windkraft in Österreich bis zum Jahr 2030 [https://www.igwindkraft.at/?mdoc_id=1038243]

8.6 Wasserkraft

8.6.1 Marktdaten

Österreich ist ein Land mit einer langen Tradition in der Nutzung der Wasserkraft, was sich auch in zahlreichen damit zusammenhängenden Dienstleistungs-, Industrie- und Gewerbebetrieben widerspiegelt, die zum Teil Weltruf genießen. Der österreichische Inlandsstromverbrauch 2019 von 71,76 TWh wurde in diesem betrachteten Jahr zu 61,5 % durch Strom aus Wasserkraftwerken in Österreich gedeckt (Brutto-Stromerzeugung, E-Control 2020c). Im Vergleich mit dem Gesamtbruttoinlandsverbrauch an Energie 2019 wurden allerdings nur ca. 10 % des Energieverbrauchs durch Wasserkraft gedeckt. Da sie jedoch stark von der Niederschlagsmenge und -verteilung im jeweiligen Jahr abhängt, variiert der Anteil der Wasserkraft naturgemäß von Jahr zu Jahr. Etwa zwei Drittel der österreichischen Produktion aus Wasserkraft stammen aus Laufkraftwerken mit relativ geringer Fallhöhe, die an Flüssen und Bächen in den flacheren Teilen des Landes errichtet wurden. Der Rest der Produktion stammt aus Speicherkraftwerken im Gebirge. Rund 41 % dieser Speicherkraftwerke waren im Jahr 2019 Kleinwasserkraftwerke mit einer Engpassleistung von unter 10 MW (E-Control 2020a). Die größten der österreichischen Laufkraftwerke liegen an der Donau, dem Inn und an der Drau. Etwa 100 Speicherkraftwerke befinden sich im alpinen und hochalpinen Raum, hauptsächlich in Zentral- und Westösterreich.

Derzeit speisen mehr als 4.000 Kleinwasserkraftwerke in das öffentliche Versorgungsnetz ein. Davon hatten mit Ende 2019 1.877 Kraftwerke einen aufrechten Vertrag mit der OeMAG. Kleinwasserkraftwerke decken mit einer Engpassleistung von 1.433 MW bzw. Jahreserzeugung von bis zu 6 TWh knapp 8,5 % des österreichischen Strombedarfs (E-Control 2020c, Kleinwasserkraft Österreich 2020). Bei den erreichten Volllaststunden dieser Kraftwerke gibt es eine breite Streuung: Das beste Drittel erzielte im Jahr 2019 im Schnitt 5.529 (2018: 5.356) Volllaststunden, das schlechteste Drittel nicht einmal ein Drittel dieses Wertes, nämlich 1.712 (2018: 1.617) Volllaststunden (E-Control 2020b, E-Control 2019).

Mit Ende 2019 waren 163 Wasserkraftanlagen über 10 MW mit einer gesamten Engpassleistung von 13.165 MW als Ökostromanlagen anerkannt. Diese Bescheide sind für die Ausstellung der Herkunftsnachweise aus der Stromnachweisdatenbank notwendig (E-Control 2020a).

8.6.2 Technologien

Durch die Erfindung der Erzeugung und Übertragung elektrischer Energie im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts wurde die Wasserkraft zu einer wichtigen Energiequelle für die Stromerzeugung. Allgemein unterscheidet man Kleinwasserkraftwerke mit einer Engpassleistung von unter 10 MW von Großwasserkraftwerken. In Österreich wurde aus fördertechnischen Gründen noch die „mittlere Wasserkraft“ eingeführt, deren Leistung zwischen 10 und 20 MW liegt. Diese Unterscheidung ist aber nicht weltweit akkordiert, in einigen Ländern wird die Grenze zwischen Klein- und Großwasserkraft anders gezogen.

Allgemein ist die Leistung der Turbine eines Wasserkraftwerkes umso größer, je mehr Wasser durch diese pro Sekunde hindurchfließt (man spricht vom „Schluckvermögen“ oder „Schluckvolumen“ in m^3/s) und je größer die vertikale Fallhöhe (in m) ist, über die dieses Wasser abgearbeitet wird. Eine geringe Wassermenge kann also durch eine größere Fallhöhe kompensiert werden – und umgekehrt. Im Allgemeinen sind Wasserkraftwerke mit größeren Fallhöhen spezifisch (Investitionskosten pro Kilowatt) etwas günstiger zu errichten als solche mit geringeren. Man trachtet also i. d. R. danach, das Wasser über möglichst große Höhenunterschiede abzuarbeiten.

Je nach Fallhöhe und Wassermenge eignen sich verschiedene Turbinen für die Nutzung der Wasserkraft:

Bei der Pelton- oder Freistrahlturbine treffen ein oder auch mehrere Wasserstrahlen aus Düsen tangential auf die becherförmigen Schaufeln des Laufrades. Pelton-Turbinen eignen sich für große Fallhöhen ab etwa 25 Metern und bis zu 2.000 Metern und mehr, also hauptsächlich für Kraftwerke im Gebirge; sie sind auch für relativ geringe Wassermengen geeignet. Die Francis-Turbine ist das Aggregat für mittlere Fallhöhen bis etwa 500 Meter und größere Wassermengen. Für große Wassermengen und relativ geringe Fallhöhen wurde die Kaplan-Turbine entwickelt; sie ist das Aggregat der österreichischen Donaukraftwerke. Bei der Kaplan-Turbine, die einer Schiffsschraube ähnelt, lassen sich Turbinen- und Leitschaufeln verstellen und so der jeweiligen Situation aus Wasserdurchfluss und Fallhöhe anpassen.

Es gibt noch zahlreiche andere Turbinenarten, deren Konstruktionsprinzip zwischen den hier erwähnten drei Arten liegt. Zum Teil überschneiden sich die Kennlinienfelder der für bestimmte Kombinationen aus Fallhöhe und Wassermenge geeigneten Turbinenarten, sodass für viele Fälle mehrere Turbinenarten geeignet erscheinen und zusätzliche Kriterien für die jeweilige Auswahl herangezogen werden müssen, etwa die Regelbarkeit über einen größeren Leistungsbereich oder die Investitionskosten.

Einige der Speicherkraftwerke in Österreich sind als sogenannte Pumpspeicher ausgelegt: Pumpspeicher dienen dazu, ein momentanes Überangebot an elektrischer Energie (etwa aus Windkraftwerken oder von Kraftwerken, deren Leistung nicht gut geregelt werden kann) aufzunehmen und damit Wasser in ein höher gelegenes Reservoir zu pumpen, beispielsweise in einen im Gebirge gelegenen Speichersee. Besteht später Bedarf an elektrischer Energie, so kann das Wasser aus dem Speichersee über eine Turbine abgearbeitet und so die zuvor eingesetzte elektrische Energie zum Großteil zurückgewonnen werden. Pumpspeicher können also Energie aufnehmen, zwischenzeitlich speichern und bei Bedarf abgeben. Ihr Gesamtwirkungsgrad liegt zwischen 75 und über 80 %, sie sind mit Abstand das leistungsfähigste System zur kurz- und mittelfristigen Speicherung von Energie.

8.6.3 Potenziale in Österreich

Obwohl das Potenzial der Wasserkraft in Österreich schon zu etwa zwei Drittel realisiert worden ist, gibt es immer noch ausbauwürdige Standorte. Das theoretisch zur Energieerzeugung nutzbare Gesamtpotenzial aus Wasserkraft, also der obere Grenzwert („Netto-Abflusslinienpotenzial“), beträgt in Österreich etwa 75 TWh pro Jahr (Pöyry 2018). Theoretisch und technisch-wirtschaftlich ausbaufähig wären noch etwa 16 TWh pro Jahr, wobei davon etwa 11 TWh auch aus ökologischer Sicht ausbaufähig erscheinen, da sie außerhalb von hochsensiblen Gebieten wie Naturparks liegen. Eine Terrawattstunde dieses Potenzials kann durch die Revitalisierung bestehender Standorte realisiert werden, der größere Teil (10 TWh) jedoch durch den Neubau von Wasserkraftwerken.

Im Ökostromgesetz 2012 wurde für den Zeitraum 2010 bis 2020 ein Ausbauziel für die Wasserkraft von zusätzlich 1.000 MW festgelegt (davon 500 MW durch kleine und mittlere Wasserkraft), was in einem Durchschnittsjahr einer zusätzlichen Erzeugung von etwa 4 TWh entspricht. Zwischen 2010 und 2015 gingen davon 700 MW an Leistung aus Wasserkraft ans Netz, was einer durchschnittlichen Erzeugung von 3,5 TWh pro Jahr entspricht. Das Ziel für 2020 für mittlere und kleine Wasserkraft von 500 MW wurde jedenfalls bereits 2018 erfüllt (E-Control 2020b).

8.6.4 Vor- und Nachteile

Die Wasserkraft zählt zu den erneuerbaren Energieträgern, weil sie sich ständig durch die Verdunstung des Wassers und durch Niederschlag in Form von Regen und Schnee regeneriert. Mit der Wasserkraft verwendet man also indirekt einen solaren Energiestrom. Kein anderer erneuerbarer Energieträger wird über ein derart großes Leistungsspektrum genutzt: beginnend bei transportablen Kleinstwasserkraftwerken mit Leistungen von

wenigen 100 Watt für die Versorgung abgelegener Almhütten bis hin zum Dreischluchtenkraftwerk in China mit etwa 18.000 MW.

Durch die Nutzung der Wasserkraft können jährlich große Mengen an CO₂ und radioaktivem Abfall eingespart werden, die bei der Produktion derselben Menge Stroms aus fossilen und nuklearen Energieträgern entstehen würden. Wasserkraftwerke stellen jedoch auch Eingriffe in die natürliche Landschaft dar. Der Bau von Wasserkraftwerken hat deshalb in Österreich immer wieder zu Konflikten mit Vertreter*innen der Zivilgesellschaft geführt – so etwa in Hainburg, im Dorfertal in Osttirol und zuletzt bei der geplanten Modernisierung des Kraftwerks Rosenberg. Um ein Wasserkraftwerk zu planen und zu errichten, bedarf es deshalb der frühzeitigen Einbindung aller relevanten Stakeholder, um mögliche Konflikte zu identifizieren und einen Konsens zu finden. Wasserkraftwerke können bei entsprechend behutsamer Gestaltung und Planung auch Teil eines Naherholungsraums werden.

Mehr zum Thema

Kleinwasserkraft Österreich: Interessenvertretung der Kleinwasserkraftbetreiber und des zugehörigen Gewerbes und Industrie [<http://www.kleinwasserkraft.at/>]

Fakten zur Kleinwasserkraft in Österreich [<https://www.kleinwasserkraft.at/fakten/>]

E-Control 2020: Bestandsstatistik – Engpassleistung nach Kraftwerkstypen [<https://www.e-control.at/statistik/strom/bestandsstatistik>]

Kraftwerkskarte Österreich [<https://oesterreichsenergie.at/kraftwerkskarte-oesterreich.html>]

Pöyry 2018: Wasserkraftpotenzialstudie Österreich. Aktualisierung 2018 [https://oesterreichsenergie.at/files/Downloads%20Erzeugung/WasserkraftpotenzialOesterreich_Aktualisierung2018_20180830_Final.pdf]

8.7 Biomasseanlagen

8.7.1 Marktdaten

Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung von Biomasseheizwerken und Biomasse-KWK-Anlagen in Österreich. Der typische Leistungsbereich von Biomasseheizwerken liegt in der Größenordnung von wenigen 100 kW bis einigen MW. In Österreich sind knapp 2.500 Biomasse-Nahwärmanlagen und -Heizkraftwerke in Betrieb. Die Anzahl der seit 1980 installierten Biomassekessel mit einer Leistung über 1 MW beläuft sich auf über 1.200 (Biermayer et al. 2020). Der Jahresoutput von Biomasseheizwerken in der Höhe von rund 23 PJ beläuft sich auf etwa ein Viertel der gesamten Nah- und Fernwärmeerzeugung in Österreich.

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung des Bestandes an Biomasse-KWK-Anlagen, die in einem Vertragsverhältnis mit der OeMAG stehen, sowie ihrer Einspeisemengen in Österreich seit 2002 dargestellt. Im Zeitraum 2003 bis 2007 kam es infolge des Ökostromgesetzes 2003 zu einem starken Ausbau. Von 2008 bis 2018 ist der Anlagenbestand nahezu konstant geblieben, und die jährlich von Ökostromanlagen eingespeiste Strommenge hat sich bei ca. 2.000 GWh eingependelt. 2019 gab es dann einen ersten stärkeren Rückgang bei der Anzahl der geförderten Biomasseanlagen, da etliche aufgrund ihrer Lebensdauer aus der Förderung gefallen sind. Sie sind teilweise aber auch weiterhin in Betrieb und scheinen lediglich in der Statistik nicht mehr auf.

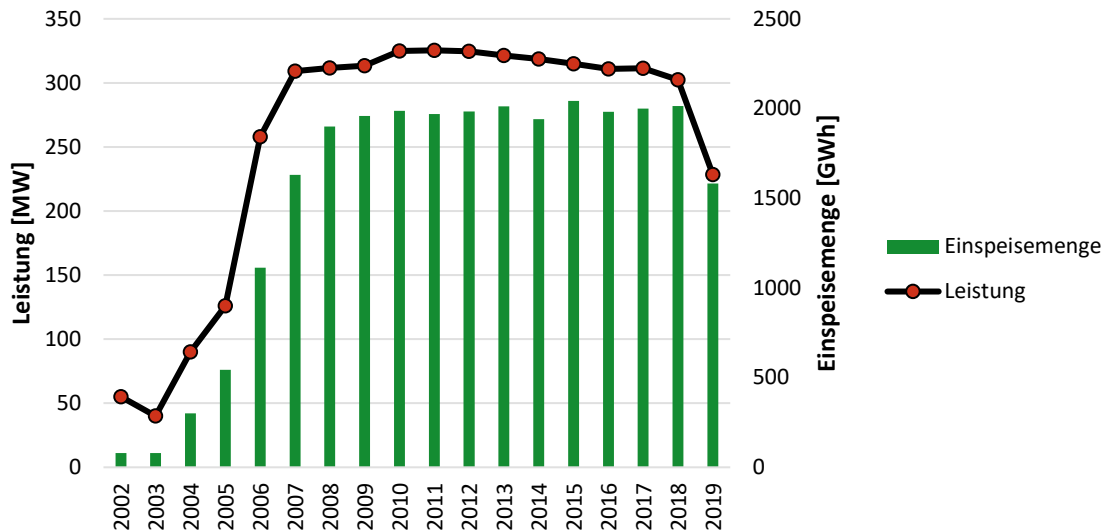


Abbildung 26: Entwicklung der in Österreich installierten elektrischen Leistung von Ökostromanlagen auf Basis von fester Biomasse (mit Ende des jeweiligen Jahres in Betrieb befindliche Engpassleistung im Vertragsverhältnis mit OeMAG) sowie der eingespeisten Strommenge (Quelle: E-Control, Ökostromberichte von 2003 bis 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

8.7.2 Technologien

Die Kategorie „**Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen**“ beinhaltet Einzelöfen und Heizkessel. Einzelöfen haben in der Regel eine thermische Leistung von einigen kW. Scheitholz und Holzpellets sind die üblichen Brennstoffe. Die Leistung von typischen Kesseln reicht von einigen kW bis über 100 kW. Neben Scheitholz und Holzpellets kommen als Brennstoff auch Hackschnitzel, Pflanzenöl und landwirtschaftliche Rohstoffe wie Strohpellets infrage. Hackgutanlagen werden üblicherweise erst ab einer Leistung von etwa 30 kW eingesetzt. Die Beschickung von Stückholzkesseln erfolgt in der Regel manuell, während die Beschickung bei Hackgut- und Pelletkesseln automatisch mit einer Schnecken-, einer Saugaustragung oder über einen Vorratsbehälter erfolgt. Die Nutzung von Pflanzenöl ist mit normalen bzw. geringfügig adaptierten Ölkesseln mit pflanzenöлтаuglichen Brennern möglich. Beim Einsatz von landwirtschaftlichen Rohstoffen wie Getreide oder Strohpellets in Kleinfeuerungsanlagen können Probleme wie Korrosion und Verschlackung auftreten. Derartige Brennstoffe dürfen daher nur in dafür konzipierten Kesseln eingesetzt werden.

Biomasse-Heizwerke bestehen aus einem Brennstofflager und einer Heizzentrale zur Wärmeerzeugung, die an ein Nah- oder Fernwärmenetz angeschlossen ist (der Begriff „Nahwärme“ wird üblicherweise im Fall kleinerer Anlagen bzw. Wärmenetze verwendet; „Fernwärme“ hingegen bezeichnet Systeme zur Versorgung von ganzen Städten oder Stadtteilen.) Die Heizzentrale beinhaltet unter anderem folgende Komponenten: Heizkessel, Brennstoffbeschickung, Wasseraufbereitung, Abgasreinigung und Steuerungstechnik. Zur Abdeckung von Schwach- und Spitzenlast und zur Erhöhung der Ausfallsicherheit sind in der Regel zusätzlich Heizöl- oder Erdgaskessel vorhanden. Anlagen mit Wasser als Wärmeübertragungsmedium können als Warmwassersystem (mit atmosphärischem Druck) oder Heißwassersystem (unter Druck) ausgeführt sein. Wird Dampf als Wärmeübertragungsmedium verwendet, werden Dampfkessel eingesetzt.

Das Prinzip von **Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen** (KWK-Anlagen) ist die gleichzeitige Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme in der Form von Heißwasser, Dampf oder Trocknungswärme. Aufgrund der relativ geringen elektrischen Wirkungsgrade bei der Stromerzeugung mit Biomasse ist im Sinne einer effizienten

Brennstoffnutzung eine sinnvolle und möglichst vollständige Nutzung der Abwärme anzustreben. Zur Stromerzeugung aus fester Biomasse steht eine breite Palette an Technologien bzw. Anlagentypen zur Verfügung. Dampfturbinenanlagen sind der – weltweit ebenso wie in Österreich – am weitesten verbreitete Anlagentyp. Die durchschnittliche Anlagengröße der in Österreich installierten Ökostromanlagen auf Basis von fester Biomasse beträgt etwa 2 MWel. Das Biomassekraftwerk Simmering in Wien ist mit einer elektrischen Leistung von bis zu ca. 24 MWel (ohne Fernwärmeauskopplung) die größte Biomasseanlage Österreichs.

Neben Dampfturbinenanlagen gibt es eine Reihe von Technologien, die im Wesentlichen marktreif, jedoch noch nicht breit in den Markt eingeführt sind. Dazu zählen Organic-Rankine-Cycle-Anlagen (ORC-Anlagen), Stirlingmotoren, Dampfmotoren und Vergasungsanlagen (Holzgasanlagen). Im Vergleich zu Dampfturbinenanlagen sind diese Technologien in einem niedrigeren Leistungsbereich realisierbar. Mit Vergasungsanlagen, die erst in den letzten Jahren in nennenswerter Anzahl errichtet wurden, sind im niedrigen Leistungsbereich von wenigen 100 kWel relativ hohe elektrische Wirkungsgrade (knapp 30 %) erzielbar.

8.7.3 Potenziale in Österreich

Trotz eines starken Anstiegs der energetischen Holznutzung sowie einer deutlichen Ausweitung der stofflichen Nutzung (Schnittholz, Papier, Zellstoff, Platten) in den letzten zehn Jahren wächst in Österreich laut den Ergebnissen der aktuellsten verfügbaren Waldinventur mehr Holz zu, als genutzt wird (BFW 2019). Allerdings ist ungenutzter Waldzuwachs nur mehr im Kleinwald vorhanden; Waldflächen im Besitz von Betrieben und der Österreichischen Bundesforste AG wurden im Zeitraum 2000 bis 2009 im Durchschnitt leicht übernutzt. In Summe beläuft sich die jährliche Nutzung (für stoffliche und energetische Zwecke) auf 88 % des Zuwachses.

Zur Energieerzeugung genutzt wird allerdings nicht nur direkt aus dem Wald stammendes Holz, sondern vor allem auch Nebenprodukte der Sägeindustrie (SNP) wie Rinde, Sägespäne und Hackgut, Altholz, ligninhaltige Ablauge der Papierindustrie (Schwarzlauge), Baum- und Strauchschnitt u. v. m. Da ein wesentlicher Anteil des in der Industrie verarbeiteten Rundholzes importiert wird, stammt letztlich auch ein signifikanter Anteil der in Österreich energetisch verwerteten SNP aus dem Ausland. Das Potenzial holzartiger Biomasse hängt daher auch von zukünftigen Entwicklungen der Holzverarbeitenden Industrie ab. Die meisten Potenzialstudien deuten darauf hin, dass in Summe eine weitere Steigerung der energetischen Holznutzung in Österreich möglich ist.

Hierbei stellt der Raumwärmemarkt eine der vielversprechendsten Optionen dar. Die TU Wien hat dazu die Studie „Wärmezukunft 2050“ veröffentlicht, in der ein mögliches Szenario für den Ausstieg aus fossilen Energieträgern im Raumwärmemarkt untersucht wurde (Kranzl et al. 2018). Sie kommt zum Ergebnis, dass trotz einer Vervierfachung der aktuellen Biomassekesselinstallationen auf jährlich über 40.000 Stück der Bioenergieeinsatz in diesem Bereich mittelfristig sinken würde, da dank moderner Technik und Dämmmaßnahmen im Gebäudebestand hohe Einsparungen erreicht werden können. Insgesamt könnten laut diesem Szenario künftig mehr als die Hälfte aller Gebäude mit Bioenergie (Zentralheizungen, Öfen, Fernwärme oder Biogas) beheizt werden, ohne dass dafür mehr Biomasse benötigt wird (Kranzl et al. 2018).

Auch in der Strom- und Fernwärmeproduktion aus Biomasse gibt es Potenzial, da durch verschiedene Technologien hohe Wirkungsgrade erzielt werden können (Nutzung von Abwärme aus der Stromproduktion, Wärmepumpen und flexible Steuerungen, Ersatz von Anlagen durch einen moderneren Kessel oder eine Kraftwärmekopplung). Die Verwendung dieser Techniken kann allerdings zu höheren Gesamtkosten führen, welche die Wettbewerbsfähigkeit von Biomasse gegenüber fossilen Brennstoffen verschlechtern (Österreichischer Biomasse-Verband 2019).

8.7.4 Vor- und Nachteile

Dezentrale Wärmeerzeugung mit Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen zeichnet sich im Allgemeinen durch eine hohe Wirtschaftlichkeit aus, wobei Anlagengrößen und regionale Rahmenbedingungen (Förderungen, regionale Brennstoffpreise) eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Biomasseanlagen weisen generell höhere Investitionskosten als Öl- oder Gasheizsysteme auf. Die jährlichen Brennstoffkosten sind jedoch in der Regel deutlich niedriger. Aus dieser unterschiedlichen Kostenstruktur resultiert, dass Biomasseanlagen insbesondere bei einer hohen Auslastung (d. h. an Standorten mit hohem Wärmebedarf) im Vorteil sind. Außerdem werden die Wärmeerzeugungskosten von Biomasseanlagen weniger stark von Schwankungen der Brennstoffpreise beeinflusst als jene von Öl- oder Gaskesseln.

Die Wirtschaftlichkeit von Biomasseheizwerken hängt darüber hinaus stark von der Struktur des zu versorgenden Gebietes und der Auslegung der Anlage ab. Insbesondere zu große Auslegung von Heizwerken und geringe Wärmebedarfsdichten können die Wirtschaftlichkeit aufgrund geringer Auslastung bzw. hoher Wärmeverluste stark beeinträchtigen. Bei der Planung von Heizwerken bzw. Nahwärmenetzen ist auf jeden Fall zu berücksichtigen, dass Wärmebedarfsdichten aufgrund zunehmender thermischer Gebäudequalität im Neubau und fortschreitender Sanierung tendenziell zurückgehen.

Bei der Stromerzeugung mit Biomasse ist derzeit in der Regel nur unter Inanspruchnahme von Förderungen ein wirtschaftlicher Betrieb möglich. Von relativ günstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen profitieren betriebseigene Anlagen der Holzverarbeitenden Industrie, da diese einerseits aufgrund des hohen Wärmebedarfs eine gute Auslastung erreichen und andererseits eine günstige Brennstoffversorgung gegeben ist (Rinde, Sägenebenprodukte).

Die Schaffung von Wertschöpfungseffekten durch die meist regionale Brennstoffversorgung ist neben der Reduktion von Treibhausgasemissionen als Vorteil jeglicher Energieversorgung auf Basis von Biomasse zu nennen. Gegenüber Kleinfeuerungsanlagen haben Heizwerke den Vorteil, dass Abgase wesentlich besser und effizienter gereinigt werden können. Hohe Brennstoff-Versorgungssicherheit und verhältnismäßig geringe Preisschwankungen sind weitere Vorteile von Energie aus Biomasse. Die Stromerzeugung aus Biomasse hat gegenüber Wind und Photovoltaik den Vorteil, dass Biomasseanlagen zur Bereitstellung von Grundlast geeignet sind.

Mehr zum Thema

E-Control 2020: Ökostrombericht 2020 [<https://www.e-control.at/publikationen/oeko-energie-und-energie-effizienz/berichte/oekostrombericht>]

klimaaktiv: Holzströme in Österreich [https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/energieholz/holzstr_oesterr.html]

ÖBMV: Bioenergie in Österreich [<https://www.biomasseverband.at/bedeutung-der-bioenergie/>]

ÖBMV: Basisdaten Bioenergie 2019 [<https://www.biomasseverband.at/bedeutung-der-bioenergie/>]

Bundesforschungszentrum für Wald 2019: Zwischenauswertung der Österreichischen Waldinventur 2016/18 [https://bfw.ac.at/cms_stamm/500/images/OEWI/Bundesergebnisse_OEWI_16_18.pdf]

8.8 Solarthermie

8.8.1 Marktdaten

Die solarthermische Nutzung der Sonnenenergie für die Brauchwassererwärmung und die Raumheizung hat in Österreich eine lange Tradition. Waren es anfangs selbst gebaute Kollektoren, so werden heute fast ausschließlich industriell gefertigte Solarkollektoren verbaut. Mit Ende des Jahres 2019 waren in Österreich ca. 5 Mio. m² thermische Sonnenkollektoren in Betrieb, was einer installierten Leistung von 3.535 MWth (Megawatt thermisch) entspricht. Davon sind 4.677.407 m² (3.274 MWth) verglaste Flachkollektoren, 282.065 m² (197 MWth) unverglaste Flachkollektoren, 85.482 m² (60 MWth) Vakuumröhrenkollektoren und 5.448 m² (4 MWth) Luftkollektoren. Der Nutzwärmeertrag dieser Anlagen liegt bei 2.081 GWh für das Jahr 2019. Legt man den österreichischen Energiemix des Wärmesektors zugrunde, so wurden mit dieser Kollektorfläche 353.713 Tonnen an CO₂-Emissionen vermieden. Im weltweiten Vergleich liegt Österreich bezogen auf die pro Einwohner installierte Leistung nach Barbados und Zypern weltweit an dritter Stelle (Biermayr et al. 2020).

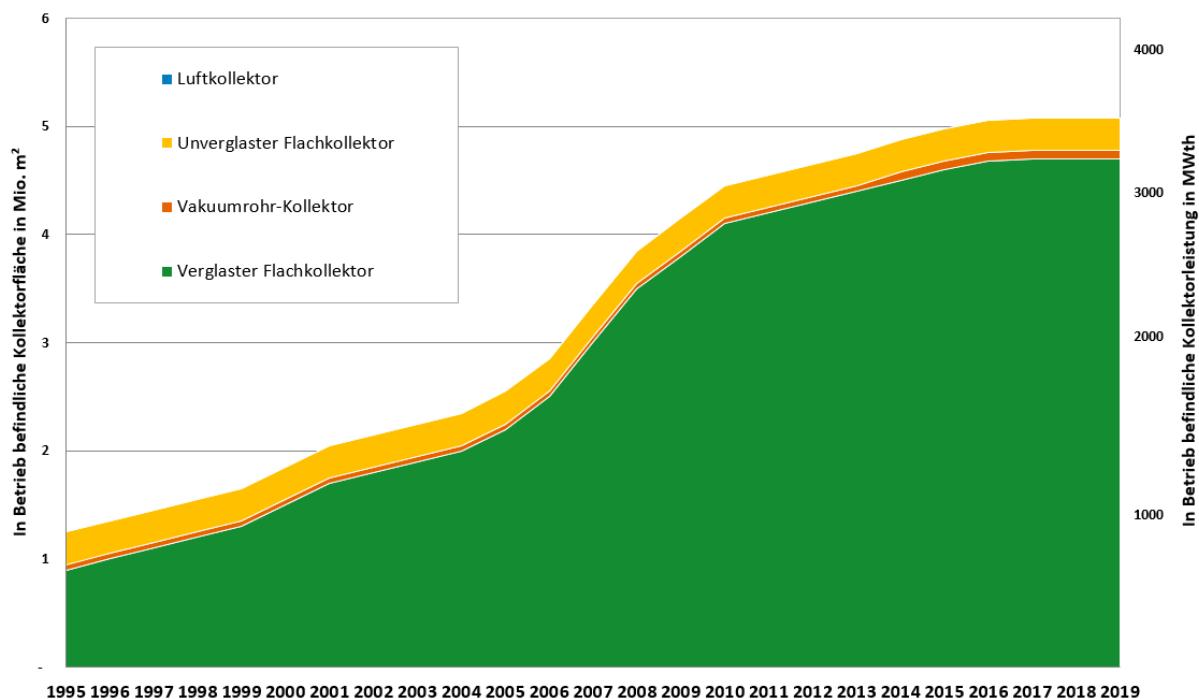


Abbildung 27: In Betrieb befindliche thermische Kollektoren in Österreich nach Kollektorfläche bzw. installierter Leistung in den Jahren 1995 bis 2019 (Quelle: Biermayr et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Im Jahr 2019 wurden in Österreich 91.580 m² thermische Sonnenkollektoren mit einer Leistung von 64,1 MWth neu installiert. Diese neu installierten Kollektoren waren zu 98,4 % verglaste Flachkollektoren, der Rest verteilte sich auf Vakuumröhrenkollektoren, unverglaste Flachkollektoren und auf einen sehr geringen Anteil an Luftkollektoren (Biermayr et al. 2020).

In Österreich werden pro Jahr 468.022 m² Kollektorfläche produziert. Die Gesamtproduktionszahlen an Solarkollektoren sind 2019 jedoch das elfte Jahr in Folge rückläufig. Verglichen mit 2008 reduzierte sich das österreichische Produktionsvolumen um 71 %. Der stagnierende Verlauf wird vor allem auf die Konkurrenz preislich attraktiver gewordener Photovoltaikanlagen, den verstärkten Einsatz von Wärmepumpen und die moderaten Preise für fossile Energieträger zurückgeführt. Der Exportanteil thermischer Kollektoren betrug 2019

81 % (knapp über die Hälfte davon ging nach Deutschland und Italien). Der Umsatz der Solarthermiebranche betrug 2019 in Österreich 149,5 Mio. Euro, die Branche bot etwa 1.200 Vollzeitarbeitsplätze (Biermayr et al. 2020).

8.8.2 Technologien

Die Strahlungsenergie der Sonne ist die Grundlage für die meisten der sogenannten „erneuerbaren“ Energieträger (mit Ausnahme der Geothermie und der Gezeitenenergie). Bioenergie, Wasserkraft und Windenergie sind indirekte Formen der Sonnenenergie. Die Sonnenenergie wird aber auch direkt im Wesentlichen auf zwei verschiedene Weisen genutzt: zur Erzeugung von Wärme und zur Stromproduktion. Wenn man von Solarthermie spricht, meint man im Allgemeinen die Wärmeproduktion aus Solarenergie. Generell gilt, dass die Wärmeproduktion kostengünstiger erfolgen kann als die Produktion von elektrischer Energie mittels Photovoltaik.

Solarthermische Kollektoren erzeugen warmes oder heißes Wasser. Sie sammeln die Wärme aus der Sonne in Kollektoren, die von Wasser durchflossen werden, meistens aus dünnen schwarzen Absorbern (Metallblechen aus Kupfer, Aluminium oder aus Kunststoff) bestehen und in einem Rahmen aus Metall mit Glasabdeckung eingefasst sind. Das in den Kollektoren erhitzte Wasser wird über thermisch isolierte Leitungen zu einem Boiler (Warmwasserspeicher) geführt und dort über einen Wärmetauscher an das Brauchwasser dieses Speichers abgegeben.

Abhängig vom Temperaturniveau, das mit Solarkollektoren erreicht werden soll, stehen verschiedene Technologien zur Verfügung:

Die bekannteste Kollektorform sind die relativ einfach gebauten und dadurch kostengünstigen Flachkollektoren. Bei diesen liegt der Absorber aus Metall oder Kunststoff auf einer Wärmedämmschicht in einer Kunststoff- oder Metallwanne, die von einer hagelbeständigen Solarglasscheibe abgedeckt wird. Soll der Wärmeverlust nach außen minimiert werden, so kann dies durch ein Vakuum im Flachkollektor erreicht werden. Flachkollektoren eignen sich für die Montage auf Schräg- und Flachdächern (Aufdachmontage), können aber auch direkt in die Dachkonstruktion integriert werden (Indachmontage). Sie eignen sich für die Brauchwassererwärmung. Werden höhere Vorlauftemperaturen benötigt, beispielsweise für die Heizungsunterstützung, aber auch als Prozesswärme in Gewerbe und Industrie, so eignen sich dafür Vakuumröhrenkollektoren besser. Bei diesen liegt die Absorberfläche in einem luftleeren Glasrohr, weshalb der Wärmeverlust besonders gering ist. Eine Wärmeträgerflüssigkeit durchströmt den Kollektor und transportiert, wie beim Flachkollektor, die Energie zum Wärmespeicher. Möchte man mit einem Solarkollektor auch das Heizsystem eines Gebäudes unterstützen, so sollte dieses eine Niedertemperaturheizung (Fußboden-, Wandheizung) sein.

In den vergangenen Jahren konnten die Anwendungsfelder thermischer Solaranlagen entscheidend ausgeweitet werden. Wurden thermische Solaranlagen in den 1980er-Jahren in Österreich und in den anderen Staaten, in denen diese Technologie eingesetzt wurde, fast ausschließlich zur Warmwasserbereitung in Einfamilienhäusern und zur Schwimmbaderwärmung eingesetzt, so wurden inzwischen durch Forschungsanstrengungen von Unternehmen und der österreichischen Forschungsförderung zahlreiche zusätzliche Anwendungsbereiche erschlossen. Obwohl die traditionellen Anwendungen noch einen erheblichen Marktanteil haben, gibt es heute zusätzlich:

- Kombianlagen zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung im Einfamilienhausbereich
- Große Kombianlagen zur Heizungsunterstützung im Geschoßwohnbau

- Solare Nah- und Fernwärme (Großanlagen mit mehreren Megawatt thermischer Leistung)
- Solarwärme für gewerbliche und industrielle Anwendungen
- Anlagen zum solaren Kühlen und Klimatisieren
- Anlagen zur kombinierten Stromproduktion (mit sog. PVT-Kollektoren)

8.8.3 Potenziale in Österreich

Etwa 50 % des Endenergieverbrauchs sowohl in Österreich als auch in der EU entfallen auf Wärme und Kälte. Mit Solarkollektoren lässt sich davon der sogenannte „Niedertemperaturbereich“ bis ca. 250 °C abdecken, das sind ca. 75 % des Verbrauchs von Wärme und Kälte.

Bei Potenzialabschätzungen muss bedacht werden, dass die verfügbaren Flächen (meistens Dachflächen von Gebäuden) nicht ausschließlich für die solarthermische Nutzung verwendet werden können, sondern auch für andere Anwendungen zur Verfügung stehen, wie etwa für die Photovoltaiknutzung oder für den Einbau transparenter Wärmedämmung.

Die Ergebnisse der aktuellen nationalen Roadmap „Solarwärme 2025“ zeigen, dass neue Wege und Ansätze in Verbindung mit einem ambitionierten Schulterschluss zwischen Solarwärmebranche, öffentlicher Hand, Forschung & Entwicklung sowie anderen Stakeholdern nicht nur eine Trendwende bei der jährlich installierten Kollektorfläche möglich machen, sondern Solarwärme auch eine wichtige Rolle in einer zukünftigen „Low-Carbon Economy“ mit hoher regionaler Wertschöpfung zukommen kann (Fink und Preis 2014). Wird die Wirkung der drei in dieser Studie definierten Szenarien bis zum Jahr 2050 weitergeführt, ergeben sich in Abhängigkeit der zugrundeliegenden Entwicklung des österreichischen Niedertemperaturwärmebedarfs unterschiedliche solare Deckungsgrade von bis zu 2 % im Szenario „Business as usual“ und bis zu rund 20 % im ambitioniertesten Szenario (Fink und Preis 2014).

Im Rahmen des „Solar Heating & Cooling“-Programms der Internationalen Energieagentur wurde 2017 eine Studie publiziert, in deren Fokus die Rolle der Solarthermie im zukünftigen Energiesystem in mehreren Ländern stand, darunter auch Österreich (Mathiesen und Hansen 2017). Die Autor*innen untersuchten dabei mithilfe verschiedener Szenarien, wie sich ein weiterer Ausbau der Solarthermie bei unterschiedlichen Ausbaugraden erneuerbarer Energietechnologien auf die entstehenden sozioökonomischen Kosten auswirken und welches maximale technische solarthermische Potenzial sich ergeben würde, das in jedem Land in den verschiedenen Szenarien realisiert werden könnte. Ausschlaggebend für das technische Potenzial ist der Anteil der Gebäude, der direkt oder über ein Fernwärmenetz mit einer solarthermischen Anlage verbunden ist. Die Flexibilität des Energiesystems ist ebenfalls entscheidend für die Fähigkeit zur Integration solarthermischer Energie und basiert auf dem Anteil der Fernwärmeproduktion an der Grundlast sowie dem Anteil der variablen erneuerbaren Stromquellen und deren Verbindung zum Wärmesektor durch Wärmepumpen und KWK-Anlagen. Das technische Produktionspotenzial wird auch durch den Gesamtwärmebedarf im Land beeinflusst. Für Österreich wurde bei einem Anschluss von 20 % der Gebäude an eine Solarthermieanlage ein technisches Potenzial von 2 TWh/Jahr bzw. 4 % der gesamten Wärmeherzeugung identifiziert. Bei einem Anschluss von 50 % steigert sich dieses Potenzial auf 7 TWh/ Jahr bzw. 12 % der gesamten Wärmeherzeugung (Mathiesen und Hansen 2017).

8.8.4 Vor- und Nachteile

Die Nutzung der Solarthermie bietet alle Vorteile, die auch von den anderen erneuerbaren Energieträgern bekannt sind. Zusätzlich resultieren aus ihrer Nutzung kaum bauliche Eingriffe, die als störend empfunden werden, weil Solarkollektoren schon aus wirtschaftlichen Gründen meistens mit bestehenden Bauwerken verbunden werden. Nachteilig wirkt sich allenfalls aus, dass das natürliche Angebot an Solarenergie in nördlichen

Breiten praktisch gegenläufig zum menschlichen Wärmebedarf anfällt, insbesondere was den Heizwärmebedarf betrifft. Im Winter bei größtem Bedarf an Heizwärme ist die solare Einstrahlung am niedrigsten. Dies kann durch ein zusätzliches Heizsystem bzw. durch entsprechend groß dimensionierte Solarkollektoren in Verbindung mit Speicherkonzepten kompensiert werden, was allerdings die Kosten des solarthermischen Systems erhöht. Des Weiteren hat sich auch die Kostenposition von Solarthermie relativ zur Photovoltaik verschlechtert, weshalb sich viele Konsument*innen derzeit für Photovoltaik entscheiden.

Mehr zum Thema

Biermayr et al. 2020: Innovative Energietechnologien in Österreich Marktentwicklung 2019

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/schriftenreihe-2020-14-marktstatistik-2019-bf.pdf]

Verband Austria Solar [<http://www.solarwaerme.at/>]

Fink und Preis 2014: Roadmap „Solarwärme 2025“

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/iea_pdf/1442_roadmap_solarwaerme_2025.pdf?m=1469659814&]

8.9 Biogasanlagen

8.9.1 Marktdaten

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der in Österreich installierten elektrischen Leistung von Biogas-Blockheizkraftwerken (BHKWs) sowie der eingespeisten Strommenge. Nach einem raschen Ausbau im Zeitraum 2003 bis 2007 war in den darauffolgenden Jahren, d. h. im Zeitraum 2007 bis 2016, nur ein geringfügiger Nettozubau von 8,4 MW zu verzeichnen. Seitdem ist die installierte Kapazität konstant. Das entspricht einem Anstieg der installierten Leistung von etwa 11 %. Seit 2008 werden von Biogasanlagen in Österreich jährlich über 500 GWh an elektrischer Energie eingespeist. Die durchschnittliche Leistung der österreichischen Biogasanlagen beträgt knapp 300 kWel.

Österreichs erste Anlage zur Biogaseinspeisung ins Gasnetz ging im Jahr 2005 in Betrieb. Derzeit sind 15 Anlagen mit einer gesamten Einspeiseleistung von knapp 2.600 m³ Biomethan pro Stunde (ca. 25,5 MW) im Einsatz. Die Biomethanproduktionskapazität dieser 15 Anlagen beträgt ca. 19,3 Mio. m³. In Summe wurden 2019 in Österreich 152,26 GWh Biomethan eingespeist (AGCS 2020).

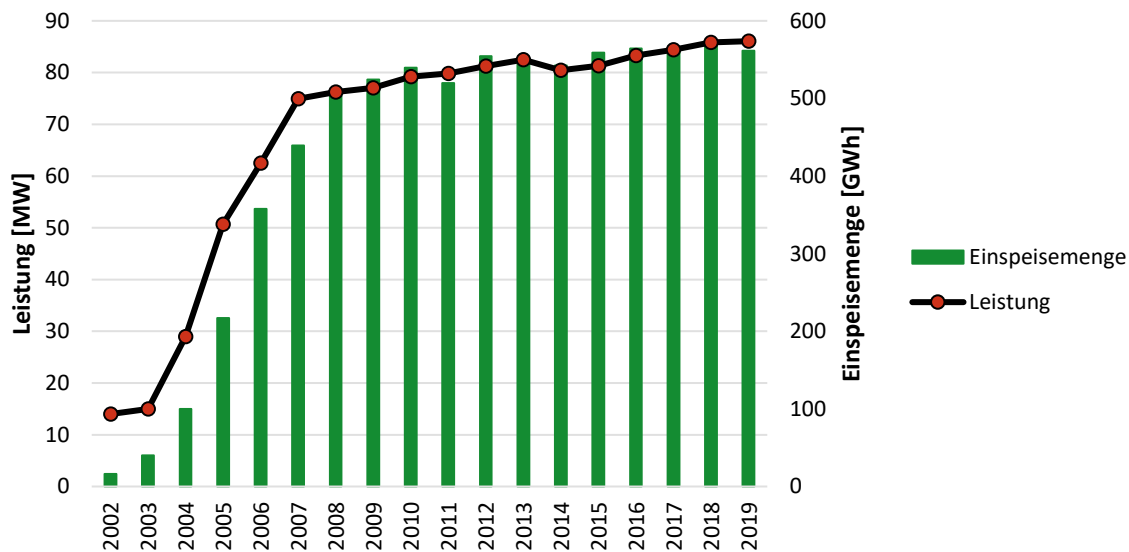


Abbildung 28: Entwicklung der in Österreich installierten elektrischen Leistung von Biogas-BHKWs (mit Ende des jeweiligen Jahres in Betrieb befindliche Engpassleistung im Vertragsverhältnis mit OeMAG) sowie der eingespeisten Strommenge (Quelle: E-Control, Ökostromberichte von 2003 bis 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

8.9.2 Technologien

In Biogasanlagen werden organische Stoffe wie landwirtschaftliche Erzeugnisse (Mais, Getreideganzpflanzen etc.) oder Abfälle (Gülle, Abfälle der Lebensmittelindustrie etc.) in einem biologischen Vergärungsprozess in ein methanhaltiges Gas umgewandelt. Dabei übernehmen unterschiedliche, auf die jeweiligen Nährstoffe spezialisierte Mikroorganismen den Abbau der Biomasse. Das so gewonnene Gas wird im Regelfall in BHKWs zur dezentralen Erzeugung von Strom eingesetzt. Die entstehende Abwärme aus dem BHKW wird zum Aufheizen des Gärbehälters und für andere Niedertemperaturanwendungen genutzt. Alternativ zur dezentralen Stromerzeugung kann Biogas auf Erdgasqualität aufbereitet und in das Gasnetz eingespeist bzw. als Kraftstoff genutzt werden („Biomethan“).

Für die Herstellung von Biogas sind grundsätzlich folgende Prozessstufen erforderlich: ein Substratlager, eine Substrataufbereitung zur Vorbehandlung des Substrates (eventuell Entfernung von Störstoffen, Zerkleinerung, Homogenisierung), ein Fermenter (Gärbehälter), ein Biogasspeicher und ein Gärrestlager. Der Fermenter stellt das Kernstück der Biogasanlage dar. In ihm werden die organischen Stoffe in Biogas umgewandelt. Der Fermenter wird in der Regel mehrmals täglich beschickt. Fertig vergorenes Material fließt durch einen Überlauf ab, sodass der Füllstand des Fermenters erhalten bleibt. Rührwerke sorgen für eine Durchmischung der Gärsubstrate und begünstigen den Austritt des Biogases in einen Gasspeicher. Von dort aus gelangt das Biogas entweder in ein Blockheizkraftwerk oder zur Gasaufbereitung. Das ausgefaulte Material (Gärrest) kann als Nährstoffdünger auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden (Kompost & Biogas Verband 2020).

8.9.3 Potenziale in Österreich

Abschätzungen des Biogaspotenzials sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Dementsprechend weichen die Ergebnisse von Potenzialstudien stark voneinander ab. Dies ist unter anderem auf folgende Ursachen zurückzuführen:

- Für Potenzialabschätzungen müssen die zahlreichen unterschiedlichen Rohstoffe bzw. Substrate berücksichtigt werden. Neben Energiepflanzen sind insbesondere die zur Energieerzeugung mobilisierbaren Mengen biogener Abfälle schwer abschätzbar.
- Das Potenzial von Energiepflanzen (als Hauptfrucht) lässt sich auf Basis der zur Verfügung stehenden Ackerflächen und durchschnittlicher Erträge verhältnismäßig einfach abschätzen. Die Frage, welcher Anteil der österreichischen Ackerflächen für Biogaspflanzen genutzt werden kann bzw. sollte, ist jedoch (angesichts zunehmender globaler Flächenkonkurrenzen, sehr unsicherer Ertragsprognosen etc.) nicht eindeutig zu beantworten. In Potenzialstudien wird meist von einem bestimmten Anteil der gesamten Ackerflächen ausgegangen, dies stellt jedoch kein „freies“ Potenzial (im Sinne derzeit ungenutzter Flächen) dar. Die bereitstellbare Energiemenge hängt auch stark vom unterstellten Energiepflanzenmix ab, der wiederum eine ökologische Komponente beinhaltet.
- Ein großes derzeit ungenutztes Potenzial wird häufig im Anbau von Zwischenfrüchten gesehen. Diese werden vor bzw. nach der Hauptfrucht angebaut und stehen somit nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittel- und Futterproduktion. In Praxisversuchen wurden zum Teil Erträge erreicht, die Bereitstellungskosten in der Größenordnung „konventioneller“ Biogaspflanzen ermöglichen. Die Erträge schwanken jedoch erheblich, und vermutlich auch aufgrund der damit verbundenen Risiken haben sich Zwischenfrüchte als Biogassubstrat bislang nicht wirklich durchsetzen können. Unter der Annahme, dass große Teile der österreichischen Ackerfläche für den Anbau von Zwischenfrüchten genutzt werden, könnten erhebliche Mengen an Biogas bereitgestellt werden. Ob dieses Potenzial in nennenswertem Ausmaß tatsächlich realisierbar ist (insbesondere hinsichtlich wirtschaftlicher Restriktionen), erscheint jedoch aus derzeitiger Sicht fraglich.
- Aktuell ungenutztes Biogaspotenzial wird zum Teil auch in Grünlandflächen gesehen, zumal in einigen Regionen Österreichs ein Überschuss an Grünlanderträgen besteht. Die theoretisch vorhandenen Überschüsse gehen jedoch zu einem Großteil auf extensiv genutzte Flächen (Almen, Weiden etc.) zurück, während es in günstigen Lagen bereits zum Teil zu einer Intensivierung der Nutzung kommt. Das tatsächlich nutzbare Biogaspotenzial, das mit vertretbarem Bereitstellungsaufwand und ökonomisch sinnvoll verwertet werden kann, liegt zweifellos weit unter den theoretisch verfügbaren Mengen.
- Die theoretischen Potenziale von biogenen Abfällen, Gülle, Schlachtabfällen, Speiseresten, nicht konsumierten Lebensmitteln usw. lassen sich auf Basis der Aufkommensmengen relativ gut abschätzen. Die Mobilisierung dieser Potenziale scheitert in der Praxis in erster Linie an geringen Aufkommensdichten, niedrigen Energiedichten (die einen hohen spezifischen Transportaufwand zur Folge haben) und wirtschaftlichen Restriktionen.

Aufgrund der dargestellten Unsicherheiten, Nutzungskonkurrenzen und schwer abschätzbaren dynamischen Einflussfaktoren gehen Potenzialabschätzungen im Bereich Biogas sehr stark auseinander. Grob gesagt reichen sie von einer im Kontext des Gesamtenergiesystems nahezu vernachlässigbaren, auf Nischenanwendungen beschränkten Rolle bis hin zu signifikanten Anteilen am Erdgas- bzw. Stromverbrauch. Angesichts der wirtschaftlichen Schwierigkeiten, mit der die Biogasbranche in den letzten Jahren konfrontiert war, ist aus heutiger Sicht eher ein Trend in Richtung Verwertung der vorhandenen Abfälle als eine nennenswerte Ausweitung auf Basis landwirtschaftlicher Erzeugnisse zu erwarten.

8.9.4 Vor- und Nachteile

Bei den Vor- und Nachteilen von Biogasanlagen ist zwischen den verschiedenen Substraten zu differenzieren. Generell sind der (bei Ausbringung des Gärrestes auf landwirtschaftliche Flächen) geschlossene Nährstoffkreislauf und die Schaffung regionaler Wertschöpfung in ländlichen Gebieten als Vorteile zu nennen.

Anlagen, die in erster Linie auf Basis von Abfällen und/oder tierischen Exkrementen arbeiten, zeichnen sich in der Regel durch sehr gute Treibhausgas- bzw. Ökobilanzen aus. Außerdem bestehen bei Verwendung von Abfällen und Reststoffen keine Konkurrenzen zur Nahrungsmittel- bzw. Futterproduktion, was als zentraler Kritikpunkt an landwirtschaftlichen Biogasanlagen auf Basis von Mais oder anderen Energiepflanzen genannt wird.

Weitere Vorteile von Biogas-BHKWs (d. h. dezentraler Biogasverstromung) sind die Grundlastfähigkeit sowie die prinzipielle Möglichkeit, Regelenergie bereitzustellen. Für die Erzeugung von Biomethan spricht hingegen, dass dieses als direktes Erdgassubstitut im Wärme-, Strom- und Kraftstoffsektor eingesetzt werden kann. Bei Netzeinspeisung können bestehende Infrastrukturen genutzt werden und die Verstromung kann in hocheffizienten Gaskraftwerken erfolgen.

Die Stromerzeugung mit Biogas ist im Vergleich zu konventionellem Erdgas ebenso wie zu einigen regenerativen Erzeugungstechnologien relativ teuer, speziell bei kleinen Biogasanlagen. Im Gegensatz zu anderen Technologien (wie insbesondere Photovoltaik) sind bei Biogasanlagen auch kaum Kostenreduktionen durch technologischen Fortschritt zu verzeichnen. Weiters wirken sich steigende Pachtpreise für Ackerflächen bzw. steigende Preisniveaus bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung aus.

Mehr zum Thema

E-Control 2020: Ökostrombericht 2020 [<https://www.e-control.at/publikationen/oeko-energie-und-energie-effizienz/berichte/oekostrombericht>]

Kompost & Biogas Verband Österreich [<https://www.kompost-biogas.info/>]

klimaaktiv: Multitalent Biogas [<https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/biogas.html>]

8.10 Geothermie

8.10.1 Marktdaten

Die energetische Nutzung geothermischer Quellen spielt in Österreich im Vergleich zur balneologischen Nutzung (Thermalbäder) eine verhältnismäßig kleine Rolle. Zu Beginn der 1980er-Jahre wurde die erste geothermische Fernwärmanlage errichtet. Inzwischen sind österreichweit zehn derartige Anlagen mit einer thermischen Leistung von ca. 75 MWth für die Fernwärmeproduktion in Betrieb. Des Weiteren sind 17 MWth für die Erzeugung von Wärme für Gewächshäuser sowie 2,4 MWth für die Versorgung von Thermalbädern vorhanden (Burkhard 2019).

Lediglich zwei dieser Anlagen werden zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme mit einer installierten Kapazität von 1,2 MWel eingesetzt (Altheim/Oberösterreich, Blumau/Steiermark), die restlichen Anlagen dienen nur der Bereitstellung thermischer Energie.

International spielt Geothermie in Ländern mit dünnerer Erdkruste oder höherem Temperaturgradienten im Untergrund eine größere Rolle. Zu nennen sind hier insbesondere die USA, China, die Philippinen, Mexiko, Indonesien, Italien, Neuseeland, Japan, Island sowie die Schweiz und Ungarn. Neuerdings beginnen auch afrikanische Länder entlang des Großen Afrikanischen Grabenbruchs (z. B. Kenia) ihre Potenziale zu erschließen. Dort, wo die erzielbaren Temperaturen und Wärmemengen hoch genug sind, kann auch eine gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung oder eine reine Stromerzeugung wirtschaftlich rentabel erfolgen. So erzeugen

internationale Konzerne verstärkt Aluminium in Ländern mit schiffbaren Häfen und nahem, billigem Strom aus Geothermie.

8.10.2 Technologien

Je nach Tiefe der Erschließung und eingesetzter Technologie lässt sich zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie unterscheiden.

Oberflächennahe Geothermie bezeichnet die thermische Nutzung des Untergrunds bis zu ca. 400 m Tiefe mittels Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren oder aus dem Grundwasser mittels Wärmepumpen. Bis in eine Tiefe von 10–15 m unterliegt die Erdtemperatur, geprägt durch den solaren Eintrag, jahreszeitlichen Schwankungen. Ab einer Tiefe von ca. 15 m ist die Temperatur im Erdreich über das Jahr hinweg nahezu konstant. Aufgrund der Wärme des Erdkerns nimmt die Erdtemperatur daraufhin kontinuierlich mit durchschnittlich ca. 3 °C je 100 m zu.

Die in diesem Kapitel im Zentrum stehende tiefe Geothermie bezeichnet die thermische Nutzung des Untergrunds ab ca. 400 m bis zu mehreren Kilometern mithilfe von Tiefenbohrungen. Die tiefe Geothermie nutzt entweder natürliche Warmwasservorkommen (hydrothermale Systeme) oder die im Gestein gespeicherte Wärme (petrothermale Systeme). Bei hydrothermalen Systemen lässt sich aus dem Reservoir ohne Einpumpen von Wasser genügend Heißwasser fördern. Durch den hohen Druck im Reservoir steigt das Wasser von alleine hoch. Um das Wasser bis ganz an die Oberfläche zu befördern, muss dann je nach geologischen Verhältnissen noch zusätzlich eine Pumpe zum Einsatz kommen. Ist der Wasserdruck so hoch, dass keine Pumparbeit notwendig ist, spricht man von artesisch gespanntem Grundwasser.

Um bei einer Geothermieranlage einen ausgeglichenen Grundwasserhaushalt einzustellen, wird das thermisch genutzte Wasser durch eine Re-Injektionsbohrung wieder in die thermalwasserführende Gesteinsschicht zurückgeführt. Diese Bohrung liegt möglichst so weit von der Förderbohrung entfernt, dass das abgekühlte rückzuführende Wasser die Temperatur in der Förderbohrung nicht absenkt. Ein Geothermiesystem mit Förder- und Re-Injektionsbohrung wird auch als „Dublette“ bezeichnet.

Erdwärme lässt sich technisch z. B. für Heizzwecke (etwa über Fernwärmesysteme) und zum Teil auch zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung nutzen. Bei der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung spielen das Temperaturniveau und ein ausreichend hoher Volumenstrom der Heißwasserquelle eine entscheidende Rolle. Es gibt spezielle Kraftwerksprozesse (z. B. Organic-Rankine- oder Kalina-Prozess), die Strom auch aus in Tiefen von 3 bis 6 km zu erzielenden, vergleichsweise niedrigen Temperaturniveaus (ca. 100–200 °C) erzeugen können. Trotz der mit 10–13 % relativ niedrigen elektrischen Wirkungsgrade wäre das längerfristige Stromerzeugungspotenzial aufgrund des hohen Geothermiepoteziels und der möglichen hohen Volllaststunden (bis zu 8.600 h/a) beachtlich.

Bisher lassen sich in Österreich reine Heizwerke eher wirtschaftlich darstellen als Heizkraftwerke. Technologische Entwicklungen und steigende Preise fossiler Energieträger werden zu weiteren Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit führen.

8.10.3 Potenziale in Österreich

Angaben zum gesamten realisierbaren Potenzial der tiefen Geothermie für Österreich liegen zwischen 350 MWth (Umweltbundesamt 1994) und langfristig ca. 800 MWth bis 2050 (Joanneum Research 2014) sowie zwischen 600 MW Leistung und 894 GWh (Götzl 2008). Mit 966 GWh kommt die Studie Regio Energy (Österreichisches Institut für Raumplanung 2011) im Szenario „2020 maxi“ auf einen noch höheren Wert. Allerdings müssten hierzu

hohe Förderungen wirksam werden. Die geologisch günstigsten Lagen sind die steirische Thermenregion, das ober- und niederösterreichische Molassebecken und das Wiener Becken.

8.10.4 Vor- und Nachteile

Geothermische Energie lässt sich weitgehend CO₂-neutral gewinnen und steht bei geringem Flächenbedarf dauerhaft als grundlastfähige Energieform zur Verfügung. Sie steigert die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern und ist im Gegensatz zu diesen eine sehr preisstabile Energieform.

Die Nutzung geothermischer Energie bedeutet hohe Investitionskosten, allerdings auch lange Lebensdauern von 30 bis 40 Jahren der Anlage. Die teure Erschließungsbohrung birgt ein hohes Fündigkeitsrisiko (Wasserquantität und -qualität; es besteht auch das Risiko, dass nachteilige chemische Eigenschaften des Thermalwassers zu hohen Aufbereitungskosten für eine technische Nutzbarkeit führen können). Häufig reduzieren Betreiber ihr Bohrrisiko durch entsprechende Versicherungsangebote oder staatliche Risikofonds (falls vorhanden). Die Hebung und Re-Injektion des Thermalwassers kann unter Umständen hohe Stromkosten verursachen. Die in Österreich gewinnbare Niedertemperaturenergie kann in Wasserrohrleitungen nur begrenzt weit transportiert werden, weshalb sich nicht alle Vorkommen – auch langfristig nicht – wirtschaftlich erschließen lassen werden.

Mehr zum Thema

Geologische Bundesanstalt [<https://www.geologie.ac.at/>]

Verein Geothermie Österreich [<https://www.geothermie-oesterreich.at/>]

Geologische Bundesanstalt: Geothermie in Österreich [<https://www.geologie.ac.at/forschung-entwicklung/kartierung-landesaufnahme/energie/geothermie>]

Joanneum Research 2014: Potenzial der Tiefengeothermie für die Fernwärme- und Stromproduktion in Österreich [<https://www.energieforschung.at/assets/project/downloads/834451-Endbericht-GeoEnergie2050-30062014-final.pdf>]

European Geothermal Energy Council [<https://www.egec.org/>]

8.11 Wärmepumpen

8.11.1 Marktdaten

Wärmepumpen wurden in den späten 1970er-Jahren in den Markt eingeführt. Auslöser waren vor allem die stark gestiegenen Kosten fossiler Energieträger. In den 1980er-Jahren wurden sie primär für die Brauchwassererwärmung eingesetzt. In den 1990er-Jahren nahmen die Verkaufszahlen wieder deutlich ab, da die Ölpreise sanken, ab 2000 wurden jedoch vor allem Heizungswärmepumpen wieder verstärkt nachgefragt. Ausschlaggebend für dieses Wachstum war eine Vielzahl an Gründen. Wichtig war hierbei die zunehmende Energieeffizienz von Gebäuden, die den Heizwärmebedarf reduzierte und zur Reduktion des Temperaturniveaus für den Heizungsvorlauf führte (Biermayr et al. 2020). Des Weiteren schritt die technische Entwicklung der Wärmepumpen weit voran und auch Förderungen der öffentlichen Hand für diese Nutzungsform erneuerbarer Energie führten zu einem wachsenden Ausbau. Die Entwicklung des jeweils in Betrieb befindlichen Wärmepumpenbestandes nach Anlagenzahl in Österreich ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

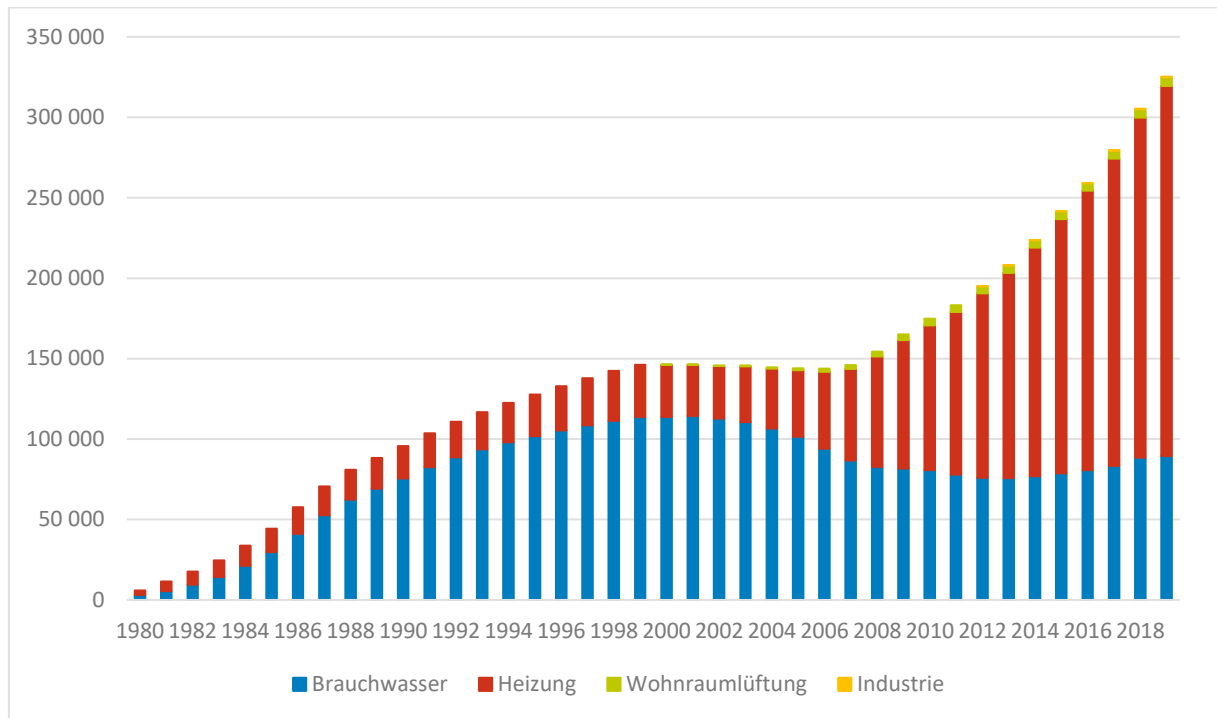


Abbildung 29: In Betrieb befindlicher Wärmepumpenbestand in Österreich nach Anlagenzahl und Verwendungsbereich in den Jahren 1980 bis 2019 (Quelle: Biermayr et al. 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

8.11.2 Technologien

Wärmepumpen sind Heizsysteme, die die Erdwärme oder die Wärme aus der Außenluft bzw. dem Grundwasser nutzen, um diese auf die benötigte Heiztemperatur zu „pumpen“. Die entnommene Wärme wird dadurch an die Heizung oder zur Warmwasseraufbereitung weitergegeben. Als Antriebsenergie für den eigenen Betrieb benötigen Wärmepumpen elektrischen Strom. Sie dienen vor allem im Niedrigenergie- und Passivhausbereich als nachhaltiges und kostengünstiges Heizsystem. Eine vorteilhafte Nutzung ist prinzipiell auch in gut gedämmten Altbauten möglich.

Wird Wasser als Wärmequelle herangezogen, so wird über einen Förderbrunnen Grundwasser entnommen und nach der Abkühlung in der Wärmepumpe über einen Sickerschacht oder Schluckbrunnen wieder in den Grundwasserkörper eingeleitet. Dank seiner relativ hohen und konstanten Temperatur eignet sich Grundwasser besonders gut als Wärmequelle für Wärmepumpen.

Die Erdwärme bzw. Geothermie kann entweder mittels Erdwärmesonden oder durch einen Flachkollektor entnommen werden. Durch Flachkollektoren wird hauptsächlich Wärme genutzt, die durch Sonneneinstrahlung, Regen und warme Umgebungsbedingungen in der obersten Erdschicht gespeichert ist. Diese Kollektoren dürfen deswegen nur unter bestimmten Bedingungen errichtet werden (bspw. unter Fundamentplatten).

Die Nutzung der Außenluft als Wärmequelle erfordert den geringsten technischen Aufwand bei der Installation der Wärmepumpe. Die Effizienz von Luft/Wasser-Wärmepumpen ist jedoch aufgrund der jahreszeitlich bedingten Veränderung der Außentemperatur niedriger als bei Wasser/Wasser- und Sole/Wasser-Wärmepumpen.

Die Funktionsweise einer elektrischen Wärmepumpe ist stets ident. Ein flüssiges Kältemittel, das bereits bei relativ niedrigen Temperaturen verdampft, nimmt die sogenannte Umweltwärme aus Luft, Erdwärme oder

Grundwasser auf und verdampft. In einem Kompressor wird das verdampfte Kältemittel verdichtet. Dadurch erhöht sich der Druck des Kältemittels und damit auch seine Temperatur. Der Kompressor wird dabei mit Strom betrieben. Anschließend wird das erhitzte Kältemittel in einem Kondensator verflüssigt und gibt dabei seine Wärme an das Heizungswasser ab. Durch ein Entspannungsventil wird der nach wie vor hohe Druck im Kältemittel auf das ursprüngliche Niveau reduziert und gelangt dann wieder zum Verdampfer, wo der Prozess von Neuem beginnt. Durch diesen Ablauf erreicht das Heizungswasser die notwendige Vorlauftemperatur.

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) bezeichnet die Energieeffizienz einer Wärmepumpe. Sie bezeichnet das Verhältnis der jährlich produzierten Wärmemenge und der eingesetzten Strommenge. Zum Beispiel bedeutet eine JAZ von 4, dass für die Erzeugung von 4 kWh Nutzwärme 1 kWh elektrischer Strom erforderlich ist und dabei 3 kWh Energie aus der Umwelt gewonnen wurden. Die CO₂-Bilanz einer Wärmepumpe ist erst ab einer JAZ größer 3 signifikant besser als diejenige von Öl- oder Gasheizungen.⁹

8.11.3 Potenziale in Österreich

In der „Österreichischen Technologie-Roadmap für Wärmepumpen“ erarbeiteten Hartl et al. (2016) eine nationale Technologieroadmap auf Basis der Stärken der nationalen Wärmepumpenbranche sowie der Anforderungen der Anwender*innen im Rahmen eines umfassenden partizipativen Stakeholderprozesses. Es wurden dabei auch Szenarien der Marktentwicklung in Österreich für verschiedene Einsatzfelder entwickelt und der damit verbundene technologische Forschungs- und Entwicklungsbedarf bis 2030 aufgezeigt. Basierend darauf wurden dann konkrete Handlungsempfehlungen für Politik, Anwender, Industrie sowie Forschung und Entwicklung erstellt.

Die Szenarien wurden sektorspezifisch definiert und umfassen jeweils ein Hoch-, ein Mittel- und ein Nieder-Szenario. Aufbauend auf Ergebnissen des Forschungsprojektes „Heizen 2050“ wurden in der Roadmap Szenarien für jeden Wärmepumpentyp und jede Leistungsklasse entwickelt. Das Hoch-Szenario weist für das Jahr 2030 für den Bereich der Heizungswärmepumpen Verkaufszahlen von ca. 62.000 Wärmepumpen aus (2019 wurden 22.634 Stück verkauft). Die österreichische Wärmepumpenindustrie wäre im Falle einer kontinuierlichen Steigerung der Verkaufszahlen, ähnlich wie im Hoch-Szenario, durchaus in der Lage, diesen Bedarf zu decken. Würde jedoch ein nicht kontinuierlicher Entwicklungsverlauf auftreten, so würde ein guter Teil des zusätzlichen Bedarfs voraussichtlich durch Importe abgedeckt werden müssen. Der in Betrieb befindliche Anlagenbestand erreicht im Hoch-Szenario in Österreich im Jahr 2030 624.000 Heizungswärmepumpen (2019: 230.057). Bei den drei Szenarien wurde der Wettbewerb mit allen anderen Heizsystemen auf Basis erneuerbarer oder fossiler Energie berücksichtigt.

Gemessen an den Entwicklungsszenarien aus der Roadmap befinden wir uns mit der tatsächlichen Marktentwicklung 2019 zwischen dem Mittel- und Hoch-Szenario. Eine Annäherung an den exponentiellen Diffusionsverlauf des Hoch-Szenarios würde jedoch die Entwicklung strategischer Maßnahmen zur Forcierung einer weiter verbreiteten Nutzung von Wärmepumpen erfordern. Eine Möglichkeit wäre hierbei eine Strategie zur Erschließung des Sanierungsmarktes, da die bereits etablierten Märkte auf dem Neubau möglicherweise nicht genug Kapazitäten aufweisen, um ein so starkes Wachstum zu ermöglichen.

In dem in der Studie „Wärmezukunft 2050“ entwickelten Szenario decken Wärmepumpen im Jahr 2050 ca. 42 % der insgesamt pro Jahr installierten Leistung an Heiz- und Warmwassersystemen in Österreich ab. In dem Szenario gingen die Autor*innen davon aus, dass neben dem Austausch der fossilen Heizsysteme bis zum Jahr 2050 eine Halbierung des Energieverbrauchs für Heizung und Warmwasser durch Sanierung und Effizienzsteigerung stattfindet, da ansonsten eine Dekarbonisierung des österreichischen Wärmesektors bis 2050

⁹ Diese Annahme bezieht sich auf die aktuellen Rahmenbedingungen in Österreich, vor allem hinsichtlich des nationalen Strommix.

kaum möglich wäre. Potenzial für zukünftige Innovationen liegt für die Wärmepumpentechnologie in urbanen, netzgebundenen Wärme- und Kälteversorgungssystemen und der Erschließung von Märkten im mittleren und hohen Temperaturbereich in gewerblichen und industriellen Prozessen (Biermayr et al. 2020).

8.11.4 Vor- und Nachteile

Die Nutzung von Wärmepumpen ist mit einer Vielzahl von Vorteilen verbunden. Durch die genutzte Umweltwärme kann der Wärmebedarf mit so gut wie unerschöpflicher erneuerbarer Energie gedeckt werden. Mittels Wärmepumpen ist nicht nur die Versorgung mit Raumwärme im Winter, sondern auch die Kühlung des Wohnraums im Sommer möglich. CO₂-Emissionen entstehen bei der Nutzung von Wärmepumpen nur auf indirektem Wege, und zwar durch den verbrauchten Strom, je nach dessen Erzeugungsmix. Sie weisen üblicherweise eine lange Lebensdauer auf, haben einen geringen Wartungsaufwand sowie geringen Platzbedarf und sind sehr betriebssicher.

Zu den Nachteilen gehört ihre Standortabhängigkeit bei der Nutzung von Erdwärme und Grundwasser als Wärmequelle. Zusätzlich kommt die Genehmigungspflicht bei der Nutzung von Grundwasser hinzu. Die Erschließung der Wärmequellen mittels Tiefenbohrung und Grundwasserbohrung kann auch sehr kostspielig werden. Die Schonung der Umwelt bzw. die Vermeidung von CO₂-Emissionen ist abhängig vom Stromverbrauch der Wärmepumpe. Dieser ist wiederum abhängig von der genutzten Wärmequelle. Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe benötigt z. B. mehr Strom, da die Umgebungsluft vor allem in der heizintensiven Phase im Winter vergleichsweise niedrig ist. Auch eine optimale Dämmung und niedrige Vorlauftemperaturen (max. 45 °C) sind für den effizienten Betrieb notwendig. Dies ist vor allem über Flächenheizungen wie bspw. Fußbodenheizungen möglich. Ältere Heizkörper benötigen oft höhere Vorlauftemperaturen und sind dadurch nicht geeignet für Wärmepumpen. Bei Luftwärmepumpen kann es auch zu Lärmemissionen kommen.

Mehr zum Thema

Verband Wärmepumpe Austria [<https://www.waermepumpe-austria.at/>]

Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen

[https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/1608_endbericht_oesterreichische_technologieroadmap_fuer_waermepumpen.pdf?m=1469661515]

Wärmepumpen klimaaktiv

[<https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/erneuerbarewaerme/Heizungssysteme/Waermepumpe.html>]

8.12 Abwasser als Energiequelle

Kläranlagen und Kanalisation spielen eine zentrale Rolle in der kommunalen Infrastruktur. Neben dem Schutz und der Reinhaltung von Gewässern ist die dort vorhandene Infrastruktur jedoch auch energetisch betrachtet vielfältig. Einerseits benötigen die Prozesse in einer Kläranlage sehr viel Energie, in Form von Strom und mitunter auch Wärme, wodurch sie zu den größten kommunalen Energieverbrauchern zählen. Im Abwasser sind jedoch auch zahlreiche Ressourcen für Energie vorhanden, die daraus gewonnen werden können. Zwischenprodukte der Reinigungsprozesse (z. B. gereinigtes Abwasser, Klärgas, stabilisierter Klärschlamm, Solarenergie) können dazu genutzt werden, Heiz- und Kühlenergie, gereinigtes Abwasser als Brauchwasser, elektrischen Strom, aufbereitetes Klärgas sowie verwertbaren Klärschlamm als Ressourcen für die Anlage selbst oder die Umgebung bereitzustellen (Österreichische Energieagentur et al. 2017).

In vielen Kläranlagen ist die Nutzung der chemischen Energie, in Form von Kohlenstoffverbindungen im Abwasser, schon lange gängige Praxis. Bei anaeroben Faulungsprozessen entsteht Klärgas, das als Erdgasersatz dienen kann. Durch die Verbrennung des Klärgases kann Hochtemperaturwärme bzw. bei Nutzung von Kraft-

Wärme-Kopplung auch elektrischer Strom bereitgestellt werden. Neben der chemischen ist auch thermische Energie im Abwasser enthalten. Diese stammt größtenteils aus warmen Abwässern aus Haushalten sowie Gewerbe- und Industriebetrieben. Diese Energiequelle wird in Österreich derzeit aber nur in wenigen Fällen genutzt. Die dazu notwendige Technologie ist jedoch bereits erprobt und wird bereits in zahlreichen Anlagen in Deutschland und der Schweiz genutzt. Die Entnahme der Wärme kann dabei auch im vorgelagerten Kanalnetz oder direkt in Gebäuden erfolgen und ist nicht auf den Kläranlagenstandort beschränkt.

Die Abwassertemperatur bewegt sich im Jahresverlauf zwischen 10 °C und 20 °C und stellt somit eine sehr gute Wärmequelle für Wärmepumpen dar, da die Temperaturen meist höher sind als bei anderen Wärmequellen wie der Außenluft, dem Grundwasser und dem Erdreich. Die wichtigsten Elemente einer Energienutzungsanlage für Abwasser sind ein Wärmeüberträger (Wärmetauscher) und eine Wärmepumpe, welche die thermische Energie zur Beheizung oder Kühlung von Gebäuden nutzbar macht. Eine thermische Nutzung des Abwassers kann sowohl vor der Kläranlage oder danach erfolgen, je nachdem ob gereinigtem oder ungereinigtem Abwasser Wärme entzogen oder zugeführt werden soll.

Im Rahmen des Projektes „Abwasserenergie“ ermittelte das Projektteam das Abwasserenergiepotenzial für Österreich (Österreichische Energieagentur et al. 2017). Für die Abschätzung spielen der räumliche Kontext und die Anlagengröße eine wesentliche Rolle. Je größer die Ausbaupkapazität einer Anlage bzw. je größer die abgenommene Energiemenge ist, desto größer ist die Distanz zwischen Kläranlagenstandort und erstem Wärmeabnehmer. Weitere wichtige Faktoren sind die vorhandene Abwassermenge und das Temperaturniveau. In einer Berechnung mit 4.500 Vollaststunden wurde für funktionsgemischte Strukturen österreichweit jährlich an für eine externe Wärmeversorgung geeigneten und bedingt geeigneten Kläranlagenstandorten ein thermisches Abwasserenergiepotenzial in der Höhe von 3.144 GWh ermittelt. Für die möglichst effiziente Nutzung der Abwasserenergie ist es wichtig, dass die Energieverbraucher*innen mit möglichst niedrigen Temperaturen auskommen und möglichst ganzjährig Wärmeenergie abnehmen.

Mehr zum Thema

Österreichische Energieagentur et al. 2017: Projektwebseite Abwasserenergie

[\[http://www.abwasserenergie.at/\]](http://www.abwasserenergie.at/)

Klima- und Energie-Modellregionen Infos zu Energie aus Abwasser

[\[https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/service/newsletter/newsletter-032015/energie-aus-abwasser/\]](https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/service/newsletter/newsletter-032015/energie-aus-abwasser/)

9. Gemeinschaftliche Energieerzeugung

9.1 Was sind Energiegemeinschaften?

Energiegemeinschaften bieten die Möglichkeit für Bürgerinnen und Bürger sowie Gemeinden, aktiv an der Transformation des Energiesystems teilzunehmen. Innerhalb einer Energiegemeinschaft soll es den Betreiber*innen möglich sein, Energie selbst zu erzeugen, diese zu speichern und zu teilen oder direkt an den Markt zu verkaufen (Caramizaru und Uihlein 2020).

Vorteile einer Energiegemeinschaft sind:

- Steigerung der Akzeptanz erneuerbarer Energien durch Partizipation
- Mobilisierung von zusätzlichem privaten Kapital vor Ort
- Regional erzeugte Energie wird vor Ort verbraucht
- Neue Geschäftsmodelle werden ermöglicht

Die gemeinschaftlichen Erzeugungsanlagen sind ein Vorgänger der Energiegemeinschaften und erlauben in Österreich seit 2017, den erzeugten Strom aus einer Erzeugungsanlage mit allen Bewohner*innen eines Mehrparteienhauses zu teilen. Die Möglichkeiten wurden im Jahr 2019 mit dem Maßnahmenpaket „Saubere Energie für alle Europäer“ (Clean Energy Package) der Europäischen Kommission erweitert. Die Erneuerbare-Energie-Richtlinie (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2018) sowie die Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinien (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2019) schaffen die rechtlichen Grundlagen für Energiegemeinschaften. Jene Richtlinien werden im sogenannten Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) in nationales Recht umgesetzt. Mit Stand 24.11.2020 sieht das EAG zwei unterschiedliche Typen von Energiegemeinschaften vor (BMK 2020):

- die Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften (EEG)
- die Bürgerenergiegemeinschaften (BEG)

9.2 Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften (EEG)

Die Erneuerbaren-Energie-Gemeinschaften sind im Artikel 1 § 74 bis § 77 des EAG geregelt¹⁰. Hier lautet der genaue Wortlaut der Definition einer EEG: „Eine Erneuerbare-Energie-Gemeinschaft kann Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugen, die eigenerzeugte Energie verbrauchen, speichern oder verkaufen. Weiters kann sie im Bereich der Aggregierung tätig sein und andere Energiedienstleistungen erbringen“ (BMK 2020).

Das grundlegende Ziel einer EEG ist die lokale Nutzung der erzeugten Energie, die Erhöhung der Akzeptanz von erneuerbaren Energieprojekten und das Auslösen von Investitionen vor Ort. EEGs sollen nicht vorrangig finanziellen Gewinn erzielen, sondern vorteilhaft für Natur, lokale Wirtschaft und Sozialgemeinschaft sein. Ein weiteres wichtiges Merkmal einer EEG ist die Nähe zum Projekt. Dabei definiert das EAG zwei unterschiedliche

¹⁰ Die Ausführungen beziehen sich auf die Regierungsvorlage des EAG vom 16. September 2020.

Arten von EEGs: EEGs im Lokalbereich und EEGs im Regionalbereich, wobei der Lokalbereich mit dem Netzzugang auf Niederspannungsebene (Netzebene 6 und 7) und der Regionalbereich mit dem Netzzugang auf Mittel- und Niederspannungsebene (Netzebene 4 bis 7) definiert ist.

9.3 Bürgerenergiegemeinschaften (BEG)

Die Bürgerenergiegemeinschaften sind im Artikel 3 § 16b ElWOG geregelt¹¹ und werden folgend definiert: „Die Bürgerenergiegemeinschaft kann elektrische Energie erzeugen und die eigenerzeugte Energie verbrauchen, speichern oder verkaufen. Weiters kann sie im Bereich der Aggregierung tätig sein und für ihre Mitglieder Energiedienstleistungen, wie etwa Energieeffizienzdienstleistungen oder Ladedienstleistungen für Elektrofahrzeuge, erbringen“ (BMK 2020).

Wie in der Definition erkenntlich hat die BEG zwei Alleinstellungsmerkmale gegenüber der EEG. Die BEG ist auf elektrische Energie beschränkt und die örtliche Nähe muss nicht gewährleistet sein, somit kann eine BEG beispielsweise auch bundesländerübergreifend gegründet werden. Im Vergleich zu einer EEG besitzt eine BEG ein erweitertes Tätigkeitsprofil, das nicht nur die Erzeugung, den Verbrauch, die Aggregierung und die Speicherung von elektrischer Energie vorsieht, sondern auch das Betreiben von Verteilungs- und Versorgungsinfrastruktur. Eine Gemeinsamkeit der EEG und der BEG ist, dass beide nicht den finanziellen Gewinn im Vordergrund haben sollen, sondern den Nutzen für Ökologie und Sozialgemeinschaft.

Mehr zum Thema

Informationsplattform pv-gemeinschaft.at [<http://pv-gemeinschaft.at/>]

Interessensverband der Energiegemeinschaften der EU [<https://www.rescoop.eu/>]

Best-Practice-Bericht des Projektes REScoop 20-20-20

[<https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/rescoop-20-20-20#results>]

Joint Research Center: Energy communities: an overview of energy and social innovation

[<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a2df89ea-545a-11ea-aece-01aa75ed71a1>]

¹¹ EAG-Gesetzespaket Stand 24.11.2019; Änderungen vorbehalten

10. Best-Practice-Datenbank

Die nachfolgende Tabelle stellt die öffentlich verfügbaren Best-Practice-Datenbanken für Gemeinden und Regionen vor.

Tabelle 3: Öffentlich verfügbare Best-Practice-Datenbanken für Gemeinden und Regionen (Recherche durch Österreichische Energieagentur)

Best-Practice-Datenbanken für Gemeinden	Kurz-beschreibung	Arten von Information	Anzahl der Gemeinden/ Projekte	Verwaltung	Kontakt	Datenbank-URL
Klima- und Energiemodellregionen	Best-Practice-Beispiele im Bereich Klimaschutz aus den Klima- und Energiemodellregionen	Beispiele zu folgenden Bereichen: erneuerbare Energie, Energieeffizienz, Mobilität, Öffentlichkeitsarbeit & Bewusstseinsbildung, öffentliche Beschaffung, Raumplanung/Bodenschutz	ca. 90 Modellregionen	Klima- und Energiefonds	g.schmutterer@kommunalcredit.at	https://www.klimaundenergiemodellregionen.at/ausgewaehlte-projekte/best-practice-projekte/

Klimabündnis	Beschreibung kommunaler Klimaschutzprojekte in den Kategorien: Mobilität, erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Bodenschutz und Raumplanung, Öffentlichkeitsarbeit und Bewusstseinsbildung, Klimawandel-Anpassung, Klimagerechtigkeit	Projektbeschreibungen inklusive Kosten, THG-Einsparungen, Erfolgsfaktoren etc.	ca. 160 Beispiele	Klimabündnis Österreich	office@klimabuendnis.at	https://www.klimabuendnis.at/best-practice-datenbank-uebersicht
e5-Österreich	Beschreibung kommunaler Klimaschutzprojekte in den Kategorien: Entwicklungsplanung und Raumordnung, kommunale Bauten und Anlagen, Versorgung und Entsorgung, Verkehr und Mobilität, Kommunikation und Kooperation, interne Organisation	Projektbeschreibungen, THG- oder Energieeinsparungen, Erfolgsfaktoren etc.	ca. 80 Beispiele	Österreichische Energieagentur (Geschäftsstelle e5-Österreich)	office@e5-gemeinden.at	https://www.e5-gemeinden.at/e5-gemeinden/best-practice-beispiele

e5-Salzburg	Beschreibung kommunaler Klimaschutzprojekte in den Kategorien: Entwicklungsplanung und Raumordnung, kommunale Bauten und Anlagen, Versorgung und Entsorgung, Verkehr und Mobilität, Kommunikation und Kooperation, interne Organisation	Projektbeschreibungen, Energieeinsparungen, Erfolgsfaktoren etc.	ca. 40 Beispiele	Salzburger Institut für Raumordnung und Wohnen	sir@salzburg.gv.at	https://e5-salzburg.at/e5-projektauswahl/
e5-Vorarlberg	Beschreibung kommunaler Klimaschutzprojekte in den Kategorien: Strategie und Planung, verwaltungsinterne Maßnahmen, Gebäude und Anlagen, Mobilität, Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung der Bevölkerung	Projektbeschreibungen, Kosten, Energieeinsparungen, Erfolgsfaktoren etc.	ca. 50 Beispiele	Energieinstitut Vorarlberg	info@energieinstitut.at	https://www.energieinstitut.at/gemeinden/

e5-Niederösterreich	Beschreibung kommunaler Klimaschutzprojekte in den Kategorien: Entwicklungsplanung und Raumordnung, kommunale Bauten und Anlagen, Versorgung und Entsorgung, Verkehr und Mobilität, Kommunikation und Kooperation, interne Organisation	Projektbeschreibungen, Energieeinsparungen, Erfolgsfaktoren etc.	ca. 140 Beispiele	Energie- und Umweltagentur des Landes NÖ	gemeindesevice@enu.at	https://www.umweltgemeinde.at/e5-best-practices
Klimabündnis Oberösterreich	Beschreibung kommunaler Klimaschutzprojekte in den Kategorien: Infrastruktur, Bewusstseinsbildung und Kommunikation, Organisation und Rahmenbedingungen	Kurzbeschreibungen der Projekte	54 Beispiele	Klimabündnis Oberösterreich	office@klimabuendnis.at	https://oberoesterreich.klimabuendnis.at/best-practise/best-practice-datenbank-oberoesterreich

Die nachfolgende Tabelle stellt die öffentlich verfügbaren Best-Practice-Datenbanken mit Teilelementen (z. B. Gebäude) für Gemeinden und Regionen vor.

Tabelle 4: Öffentlich verfügbare Best-Practice-Datenbanken für Gemeinden und Regionen mit Teilelementen (Recherche durch Österreichische Energieagentur)

Best-Practice-Datenbanken allgemein (mit Teilelementen für Gemeinden)	Kurzbeschreibung	Arten von Information	Anzahl der Gemeinden/ Projekte	Verwaltung	Kontakt	Datenbank-URL
klimaaktiv Gebäudedatenbank	Sammlung von Best-Practice-Beispielen für Neubauten (Wohn- und Dienstleistungsgebäude) und Sanierungen in Österreich; die Datenbank beinhaltet Gebäude aus den folgenden Datenbanken: klimaaktiv, IG Passivhaus, Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeitsprojekte	Kurzbeschreibung, HWB, Nutzflächen, Gemeinde, Gebäudetyp, klimaaktiv Punkte	ca. 1000 Beispiele	Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik	klimaaktiv@oegut.at	https://klimaaktiv-gebaut.at/
klimaaktiv mobil Partner- und Projektdatenbank	Sammlung von klimaaktiv mobil Projekten und Partnern für professionelle Unterstützung von Klimaschutzprojekten	Projektdetails, THG-Einsparungen, Kontakt	ca. 500 Beispiele	Österreichische Energieagentur (Dachmanagement klimaaktiv mobil)	klimaaktiv@energyagen.cy.at	https://maps.klimaaktiv.at/index.php?id=20
klimaaktiv Best-Practice-Beispiele für Biomasseheizwerke	Darstellung verschiedener effizienter Biomasseheizwerke, Wärmenetze sowie Anlagenoptimierungen	Projektbeschreibungen, Kontakte	ca. 15 Beispiele	Österreichische Energieagentur (klimaaktiv)	klimaaktiv@energyagen.cy.at	https://www.klimaaktiv.at/erneuerbare/effiziente_heizwerke/bestpractice.html

				Dachmanagement)		
Best-Practice-Beispiele aus dem Programm Mustersanierung	Darstellung von Best-Practice-Beispielen aus dem Bereich der thermischen Sanierung	Projektbeschreibungen, Ziele, Kosten, umgesetzte Maßnahmen, Projektergebnisse	ca. 80 Beispiele	Klima- und Energiefonds	office@klimafonds.gv.at	https://mustersanierung.at/projekte/
Projektbeispiele aus dem Programm Haus der Zukunft	Forschungs-, Technologie- und Entwicklungsprojekte aus den Ausschreibungen im Rahmen des Programms "Haus der Zukunft"	Sammlung von Projektinfos in den Kategorien: Büro- und Nutzbauten, Wohnbauten, Plus-Energie-Gebäude, Neubau, Sanierung u. v. m.	ca. 400 Beispiele	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie	office@hausderzukunft.at	https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/

Die nachfolgende Tabelle stellt die nicht öffentlich verfügbaren Best-Practice-Datenbanken für Gemeinden und Regionen vor.

Tabelle 5: Nicht öffentlich verfügbare Best-Practice-Datenbanken für Gemeinden und Regionen (Recherche durch Österreichische Energieagentur)

Weitere nicht öffentlich zugängliche Best-Practice-Datenbanken	Kurzbeschreibung	Arten von Information	Anzahl der Gemeinden/Projekte	Verwaltung	Kontakt	Datenbank-URL
qm heizwerke	Biomasse-Nahwärme- und Fernwärmeanlagen, die über eine Förderung von qm heizwerke abgewickelt wurden	Zugang zu diesen Daten haben neben dem bearbeitenden Qualitätsbeauftragten und Planer der zuständige Bauherr und die KPC sowie die Landesförderstellen. Die Datenbank deckt rund 70 % aller Biomasse-Großanlagen in Österreich ab (Anlagen ab einer Nennwärmeleistung aus Biomasse von 400 KW oder für Nahwärmenetze ab 1000 m Trassenlänge).		Kommunalkredit Public Consulting	qm@kommunalkredit.at	https://qm-datenbank.at/QM/login/auth
Energitta	Internationale Benchmark- und Projektdatenbank, Best-Practice-Datenbank des e5-Programms für e5-Berater*innen	Informationen zu allen Maßnahmen der e5-Gemeinden		European Energy Award Forum	-	-
Datenbank zu den Umweltförderungen im Inland				Kommunalkredit Public Consulting	-	-

11. Energieeffizienz

11.1 Definition

Die Energieeffizienz misst, in welchem Ausmaß Energie ausgenutzt wird. Sie bezieht sich stets auf die Menge an eingesetzter Energie und den damit erzielten Nutzen. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist ein möglichst geringer Energieeinsatz bei möglichst großem Output/Nutzen wünschenswert. Beim Energiesparen hingegen geht es nicht nur um die Reduktion, sondern eher um den vollständigen Verzicht auf einen Energieaufwand bzw. dessen Substitution, z. B. durch die Entscheidung gegen die Verwendung eines Staubsaugers oder dessen Ersatz durch ein gleich effektives und effizienteres Gerät. Energiesparen und Energieeffizienz können sich somit ergänzen.

Energieeffizienz kann auf unterschiedlichen Ebenen und Perspektiven unterschieden werden, wodurch sich verschiedene mögliche Indikatoren für ihre Messung ergeben:

- Wirtschaftlicher Indikator/Energieintensität: Energieverbrauch pro ökonomischer Leistungseinheit (kWh/€)
- Technische Indikatoren:
 - Energieverbrauch pro physisch produzierter Einheit (kWh/Tonne, Liter, m² etc.)
 - Spezifischer Energieverbrauch (kWh/Anwendung, kWh/Wohnung, Liter/km etc.)
- Diffusionsindikatoren: Verbreitung von effizienten Geräten, effizienten Praktiken (z. B. Verbreitung von Energiesparlampen, „A++“-Geräten, Solaranlagen, Anteil Öffentlicher Verkehr etc.)

Für die ersten zwei Energieeffizienzindikatoren gilt: je niedriger der Wert, desto höher die Energieeffizienz. Diese drei Typen von Energieeffizienzindikatoren können auf allen Ebenen angewendet werden (national, Bundesland, Region, Gemeinde, Haushalt/Unternehmen). Entscheidend ist die Wahl eines für die jeweilige Fragestellung geeigneten Energieeffizienzindikators.

Im Fokus der Messung der Energieeffizienz steht üblicherweise der physische Nutzen, der durch die eingesetzte Energie erzielt wird: z. B. die Erzeugung von Waren mithilfe einer energieverbrauchenden Maschine, die Wärme von Wohnraum etc. Eine Steigerung der Energieeffizienz bedeutet, prinzipiell weniger Energie für dasselbe Maß an Nutzen zu verbrauchen, also eine Energieeinsparung bei identem Energie- oder auch Mobilitätsnutzen. Um energiebezogene Leistung zu ermitteln bzw. das Ausmaß von Effizienzsteigerungen messbar zu machen und quantitative Bewertungen durchführen zu können, ist eine ausreichende Datenbasis essenziell. Eine gängige Praxis ist daher beispielsweise die Definition geeigneter Energieleistungskennzahlen. Anhand dieser Kennzahlen bzw. Indikatoren kann die Effektivität von Energieeffizienzmaßnahmen bewertet werden, indem z. B. der Verbrauch vor und nach der Umsetzung einer solchen Maßnahme verglichen wird, und auch langfristige Entwicklungen können so dargestellt werden (Vergleiche mit Vorjahren usw.). Die Bewertung von Maßnahmen basierend auf einer soliden Datenbasis ist daher ausschlaggebend, um ein effizientes Monitoring zu ermöglichen und effektive Energieeffizienzmaßnahmen identifizieren zu können.

11.2 Arten von Energieeffizienzmaßnahmen

Es gibt eine Vielzahl konkreter Maßnahmen, die zu einer Erhöhung der Energieeffizienz beitragen können.

Bei **Informationsmaßnahmen** ist es das Ziel, die Nutzerinnen und Nutzer darüber zu informieren, welche technischen Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz bestehen und wie durch die Änderung des eigenen Verhaltens eine effizientere Nutzung der jeweiligen Technologie möglich ist. Beispiele dafür sind Kampagnen und bewusstseinsbildende Maßnahmen über breite Informationskanäle (z. B. Zeitungen, TV, Veranstaltungen etc.), aber auch Schulungen und Ausbildungen, die sich an konkrete, eingegrenzte Zielgruppen richten.

Als **technische Maßnahmen** können im Gebäudebereich (Wohn- und Nicht-Wohngebäude) folgende Maßnahmen gesetzt werden:

- Geräte und Beleuchtung
 - Anschaffung effizienter Haushaltsgeräte, Bürogeräte, Beleuchtungskörper
 - Technische Maßnahmen zur Reduzierung von Stand-by-Verlusten
- Raumwärme und Warmwasser:
 - Thermische Sanierung von Gebäuden (senkt den Energiebedarf des Gebäudes); hier gibt es folgende wichtige Einzelmaßnahmen: Fenstertausch, Dämmung der obersten/untersten Geschoßdecke, Fassadensanierung. Im Neubau sind neben ausreichender Wärmedämmung und Einsatz von Fenstern mit geringem U-Wert die Vermeidung von Wärmebrücken und eine dichte Gebäudehülle wichtig.
 - Einsatz bzw. Umstieg auf ein effizienteres Heizsystem (stellt die benötigte Energie effizienter bereit) und Einsatz erneuerbarer Energieträger: Die Wahl der jeweiligen Technologie und des Energieträgers hängt von den besonderen Anforderungen des Gebäudes ab. Grundsätzlich ist aber den auf erneuerbaren Energieträgern basierenden Technologien der Vorzug zu geben.

Für Gemeinden und Regionen sind neben den Maßnahmen in Gebäuden die energieeffiziente Straßenbeleuchtung und Beschaffung wichtige Mittel. Die Energiekosten für Straßenbeleuchtung haben an den gesamten Stromkosten von Gemeinden meist einen relativ hohen Anteil. Durch eine energieeffiziente bzw. ökologische Beschaffung werden Gemeinden einerseits ihrer Vorbildrolle gerecht und lösen andererseits eine verstärkte Nachfrage nach energieeffizienten Produkten und Dienstleistungen aus.

Bei zentralen Energieerzeugungsanlagen stellt der verstärkte Einsatz von **Kraft-Wärme-Kopplung** bei der Erzeugung von Elektrizität und Fernwärme eine wesentliche Energieeffizienzmaßnahme dar. Durch die kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme in einer Anlage erhöht sich die Primärenergieeffizienz beträchtlich. Voraussetzung ist, dass in der Umgebung der Anlage ein ausreichend hoher Wärmebedarf besteht.

Technische Maßnahmen sollten generell mit Informationen kombiniert werden. So wird sichergestellt, dass neue Technologien von den Nutzer*innen optimal bedient und angenommen werden.

Energieeffizienzmaßnahmen führen neben positivem Umweltnutzen häufig auch zu Kosteneinsparungen. Die höheren Anschaffungskosten energieeffizienter Geräte können beispielsweise durch die eingesparten Energie- und Wartungskosten ausgeglichen werden, sodass eine Nettokosteneinsparung resultiert. Des Weiteren können zwei Effekte mit unterschiedlicher Ausprägung auftreten: Einerseits können durch Effizienzmaßnahmen bei der Zielgruppe oder in deren Umfeld weitere Einsparmaßnahmen angestoßen werden (der sogenannte Multiplikatoreffekt, z. B. die Nachahmung der Maßnahme durch andere Akteure wie Nachbarn etc.). Andererseits kann bspw. der Kauf eines effizienten Geräts dazu führen, dass die sich daraus ergebende Nettokosteneinsparung für zusätzlichen Konsum genutzt wird, der wiederum zu zusätzlichen Energieverbräuchen führt. Dies wird als Rebound-Effekt bezeichnet.

11.3 Energieeffizienz im privaten Haushalt

Laut offizieller Statistik verbraucht ein Haushalt in Österreich im Durchschnitt ohne elektrisch bereitgestellte Raumwärme rund 3.690 kWh Strom im Jahr (mit elektrisch bereitgestellter Raumwärme sind es 4.415 kWh). Das entspricht ungefähr Kosten von 740 Euro. Mit effizienten Geräten und einem bewussteren Einsatz des Stromes kann in einem privaten Haushalt ungefähr 30 % der Stromkosten gespart werden (klimaaktiv 2020).

In folgenden Bereichen kann Energie gespart werden:

- Beleuchtung
- Haushaltsgeräte
- Heizung, Warmwasser und Klimatisierung

Gute Beleuchtung im Haushalt ist nicht zuletzt seit dem Glühlampenverbot ein viel beachtetes, emotionales Thema. Die gute Nachricht ist, dass eine Vielzahl von qualitativ hochwertigen Leuchtstofflampen und LED-Produkten verfügbar sind, die für den Ersatz von klassischen Glühlampen und Halogenglühlampen bestens geeignet sind. Der Wechsel von Glühlampen oder Halogenglühlampen zu Energiesparlampen oder LEDs ermöglicht Energie- und Kosteneinsparungen von 50 bis 90 %. Ein Vergleich wurde in Tabelle 6 vorgenommen. Die größte Einsparung lässt sich mit LEDs erzielen. Der Einsatz von LEDs ist sehr empfehlenswert, da diese eine hohe Lebensdauer haben und sehr Energieeffizienz sind (topprodukte.at 2019).

Tabelle 6: Vergleich verschiedener Lampentypen (Quelle: topprodukte.at; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Kriterien	Glühlampe	Halogenlampe	Energie-sparlampe	LED
Leistung [W]	60	45	14	11
Effizienz [lm/W]	11	15	52	74
Mittlere Lebensdauer [h]	1.000	2.000	10.000	25.000
Gesamtkosten ¹ in 10 Jahren [€]	118	102	34	30
Einsparung ggü. Glühlampe [€]	-	16	84	88

¹Gesamtkosten beinhalten Anschaffungskosten (inkl. Austausche innerhalb von zehn Jahren) und anfallende Stromkosten in zehn Jahren bei einer Nutzung von 2,7 h pro Tag.

Unter den Haushaltsgeräten sind die größten Stromverbraucher Kühl- und Gefriergeräte, Geschirrspüler, Waschmaschine, Herd und Backrohr. Hersteller der aufgelisteten Haushaltsgeräte sind verpflichtet, sogenannte EU-Energielabel auf dem Produkt anzubringen. Dieses Energielabel beschreibt genau, in welcher Energieeffizienzklasse sich das Gerät befindet, und stellt auch andere nützliche Informationen zur Verfügung, wie beispielsweise die Geräuschemissionen und den Jahresenergiebedarf. Gerade in einem Haushalt mit alten

und ineffizienten Geräten lohnt sich der Tausch auf neuere und effizientere Maschinen. Ein Kauf eines effizienten Kühlgerätes¹² etwa kann über zehn Jahre gerechnet eine Einsparung von mehr als 450 Euro ermöglichen.

Das größte Energieeinsparungspotenzial schlummert im Bereich **Heizen, Warmwasser und Kühlen**. Rund 80 % des Gesamtenergieverbrauches (nicht Strombedarf) in Privathaushalten gehen auf das Konto von Heizung und Warmwasserbereitung. Auch hier zahlt sich ein Blick auf das EU-Energielabel aus, denn Heizungsgeräte müssen seit 2015 auch ein Energielabel haben. Jedoch sollte bei einem Heizungstausch nicht alleine das Energielabel zurate gezogen werden, denn für unterschiedliche Gebäude eignen sich unterschiedliche Heizungssysteme. Für die individuell beste Lösung sollte eine Energieberatung durch Expert*innen vor Ort in Anspruch genommen werden.

11.3.1 Energieeffiziente Produkte

Viele Haushaltsgeräte sind mit sogenannten EU-Energieeffizienzlabels versehen. Die Grundlage für das EU-Energieeffizienzlabel wurde im Jahr 1992 geschaffen. Die Einführung des EU-Labels mit den Effizienzklassen A–G ab 1995 hat einen effektiven Beitrag zur Verbesserung der Effizienz bei Haushaltsgeräten geleistet. Da sich ab 2000 abgezeichnet hat, dass das Potenzial bei Kühl- und Gefriergeräten bei Weitem noch nicht ausgeschöpft war, wurden 2003 die Klassen A+ und A++ für diese Produktkategorie eingeführt (Europäische Kommission 2019).

Da auch für alle übrigen Gerätekategorien weitere Effizienzverbesserungen durch ein Label unterstützt werden sollten, wurde 2010 durch eine neue EU-Richtlinie ein grundlegend überarbeitetes Effizienzlabel eingeführt.

Tabelle 7: Derzeit (2020) gültige Energieeffizienzlabel (Quelle: EU-Kommission; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

	Altes Label	Gültiges Label	Reskaliertes Label
Kühl- und Gefriergeräte	Nicht mehr gültig	Seit Nov. 2011	Ab März 2021
Geschirrspüler	Nicht mehr gültig	Seit Dez. 2011	Ab März 2021
Waschmaschinen	Nicht mehr gültig	Seit Dez. 2011	Ab März 2021
Wäschetrockner	Nicht mehr gültig	Seit Mai 2013	Nicht festgelegt
Waschtrockner	Noch gültig	-	Ab März 2021
Lampen	Nicht mehr gültig	Seit Sept. 2013	Ab März 2021
Backöfen	Nicht mehr gültig	Seit Jän. 2015	Nicht festgelegt
Klimageräte	Nicht mehr gültig	Seit Jän. 2013	Nicht festgelegt
TVs	-	Seit Nov. 2011	Ab März 2021
	Altes Label	Neues Label	Reskaliertes Label
Staubsauger	-	Seit Sept. 2014 (bis Jän. 2019)	Nicht festgelegt
Dunstabzugshauben	-	Seit Jän. 2015	Nicht festgelegt

¹² Vergleich Klasse A+++-Gerät gegen ein Klasse-A-Gerät

Die Richtlinie 2010/30/EU zur Energieverbrauchskennzeichnung wurde 2017 durch die Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung ersetzt. Damit verschwinden die „Plusklassen“ zukünftig und die Buchstaben A bis G decken wieder alle zulässigen Energieeffizienzklassen ab (siehe Abbildung 30).

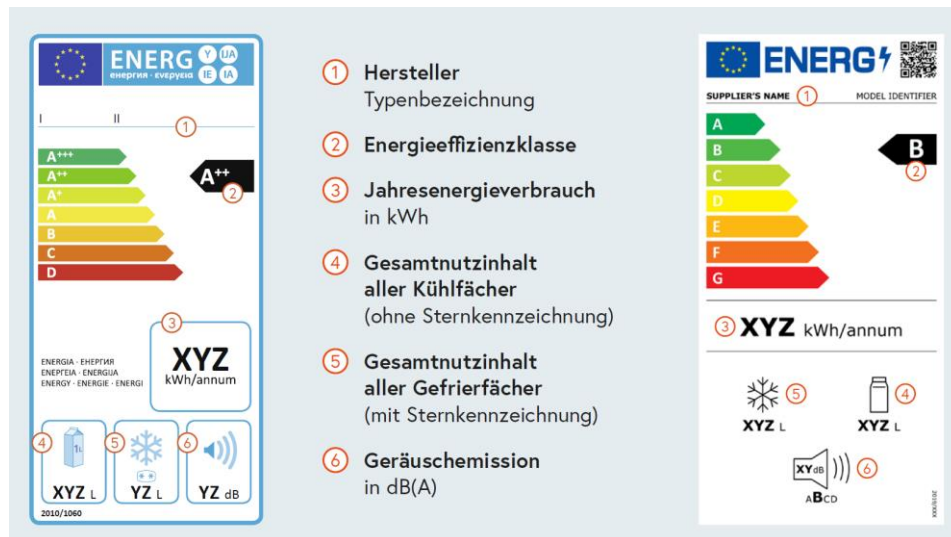


Abbildung 30: Vergleich altes (links; ab 2011) und neues Energieeffizienzlabel (rechts; ab 2021) – Beispiel Kühlgerät (Quelle: klimaaktiv)

Im Sommer 2019 wurden neue Label-Verordnungen für Waschmaschinen und Wäschetrockner, Kühl- und Gefriergeräte, Geschirrspüler und TV-Geräte (inkl. Displays) veröffentlicht. Diese schaffen die Grundlage für ein überarbeitetes, reskaliertes EU-Label, das nur die Effizienzklassen A bis G enthalten wird. Das reskalierte Label für diese Produktgruppen wird ab Frühjahr 2021 gelten. Ein überarbeitetes Label für weitere Produktgruppen wird etwa nach weiteren fünf Jahren eingeführt.

Zusätzlich wird eine öffentliche Onlinedatenbank geschaffen werden. Ein zentrales Produktregister soll zudem die Mitgliedstaaten bei der Marktüberwachung unterstützen.

Im Rahmen der Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie wurden auch Mindestanforderungen definiert: Seit Juli 2012 dürfen Kühl- und Gefriergeräte nur mehr ab der Effizienzklasse A+ in Verkehr gebracht werden. Für Waschmaschinen und Geschirrspüler ist seit Dezember 2013 A+ die Mindesteffizienzklasse.

11.3.2 Energieeffizientes Bauen und Sanieren

Laut Klimaschutzbericht 2020 des Umweltbundesamtes war der Gebäudesektor im Jahr 2018 für 10 % der THG-Emissionen in Österreich verantwortlich. Ökologisches und nachhaltiges Bauen kann somit nach wie vor einen wertvollen Beitrag für den Klimaschutz liefern. Doch nicht nur der Neubau von energieeffizienten Gebäudetypen oder die thermische Sanierung von Altbauten nehmen in dieser Hinsicht eine entscheidende Rolle ein. In den letzten Jahren wurde erkannt, dass auch die Raumplanung die klimaneutrale Energiezukunft vorantreiben kann, sowohl was die Energieeinsparung als auch die Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern anbelangt. Darauf baut die Energieraumplanung als jener Teil der Raumplanung auf, der sich mit den räumlichen Dimensionen von Energieverbrauch und -erzeugung beschäftigt. Dabei steht vor allem das Ziel im Vordergrund, energieeffiziente Raum- und Siedlungsstrukturen zu schaffen. Diese Strukturen zeichnen sich durch ihre

Funktionsmischung aus. Dies bedeutet, dass Daseinsgrundfunktionen wie Wohnen, Arbeiten, Versorgen, Erholung, Bildung etc. in engem räumlichen Kontext organisiert sind. Ein weiteres wesentliches Merkmal ist Dichte. Durch die Kombination dieser beiden Faktoren kann eine hohe Lebensqualität erreicht werden. Ein wesentlicher Aspekt der Energieversorgung ist nämlich, dass energieeffiziente Raum- und Siedlungsstrukturen nicht nur den Energieverbrauch senken, sondern auch die Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern sehr erleichtern können (BMLFUW 2017).

Baustandards

Unter **Passivhausstandard** versteht man einen energieeffizienten und umweltfreundlichen Gebäudestandard verschiedener Bauformen, -materialien und -weisen mit einem Heizwärmebedarf von maximal 15 kWh/m²a bei einer Raumtemperatur von 20 °C. Dies entspricht etwa 10 kWh/m²a nach OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“. Mit der OIB-Richtlinie 6 wurde die EU-Gebäuderichtlinie in nationales Gesetz umgesetzt.

Ein Passivhaus verbraucht gegenüber einem Neubau bzw. Altbau zwischen 32 % und 90 % weniger Heizwärme und ist daher gegenüber Steigerungen von Energiepreisen weitaus unabhängiger als ein Standardgebäude. Ein herkömmliches Gebäude hat einen Heizwärmebedarf von ca. 180 bis 300 kWh/m²a (Österreichische Energieagentur 2014). In ihm wird ganzjährig ein behagliches Raumklima erreicht. Dies geschieht einerseits durch die Nutzung bestehender Energiequellen wie Sonneneinstrahlung durch Fenster oder Wärmeabgabe von Menschen und Geräten und andererseits durch die Verwendung geeigneter Materialien, Bauteile und Beschattungsmaßnahmen. Auch die optimale Ausrichtung und Lage des Gebäudes spielen eine wichtige Rolle. Ein Passivhaus kommt in der Regel ohne konventionelles Heizsystem aus; eine Lüftungsanlage mit hocheffektiver Wärmerückgewinnung sorgt für ein angenehmes Raumklima. Nur an sehr kalten Tagen ist eine geringe zusätzliche Wärmezufuhr notwendig, die über die Zuluft in die Wohnräume eingebracht werden kann. Die Luftqualität ist durch die kontrollierte Wohnraumlüftung – bei ordnungsgemäßer Ausführung – besser, da die Konzentration von Schadstoffen, Gerüchen, Sporen und Kohlendioxid durch die Lüftung geringer ist.

Die Oberflächentemperatur der Bauteile ist durch sehr gut gedämmte Wände, Decken (zwischen 0,5 °C und 1 °C Unterschied zur Innentemperatur) und Fenster mit einem besonders geringen U-Wert (2 °C bis 3 °C Unterschied zur Innentemperatur) praktisch ident mit der Raumtemperatur. Die Wahl der Baustoffe ist bei der Errichtung eines Passivhauses jedoch sehr wichtig. Um den Aufwand an grauer Energie gering zu halten, sollte der Einsatz umweltfreundlicher Baumaterialien beachtet werden. Eine Wärmedämmung aus Mineralwolle zum Beispiel hat einen weitaus geringeren Anteil an grauer Energie als andere Materialien aus Erdöl.

Wenn die Effizienz von Gebäuden durch bessere Dämmung, Passivhausfenster und hocheffiziente Wärmerückgewinnung verbessert wird, so sinkt der Jahresheizwärmebedarf; zugleich steigen aber die Investitionskosten für das Gebäude (siehe Abbildung 31). Niedrigenergiehäuser liegen in der Grafik im Bereich von 30 bis 60 kWh/m²a Heizwärmebedarf, Passivhäuser bei gleich bzw. unter 15 kWh/m²a. Die Abbildung zeigt auch, dass eine Verbesserung hin zu einem Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a mit einem starken Anstieg der Gesamtkosten verknüpft ist. Sobald jedoch dieses Niveau erreicht ist, ist es aufgrund des geringeren Wärmebedarfs möglich, auf ein konventionelles Heizsystem zu verzichten. Die dadurch erzielte Kosteneinsparung und die niedrigen Betriebskosten von Passivhäusern führen daher zu einer Reduktion der notwendigen Mehrinvestitionen bzw. der Gesamtkosten (dargestellt durch die rote Linie). Durch den Komfortgewinn gegenüber Standardbauweisen ist ebenso ein sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis gegeben. Derzeit ist der Bau eines Passivhauses ohne Mehrkosten im Vergleich zum Niedrigenergiehaus möglich, aber es

muss mit einem erhöhten Planungsaufwand des Architekten bzw. der Architektin und der Bauüberwachung gerechnet werden.

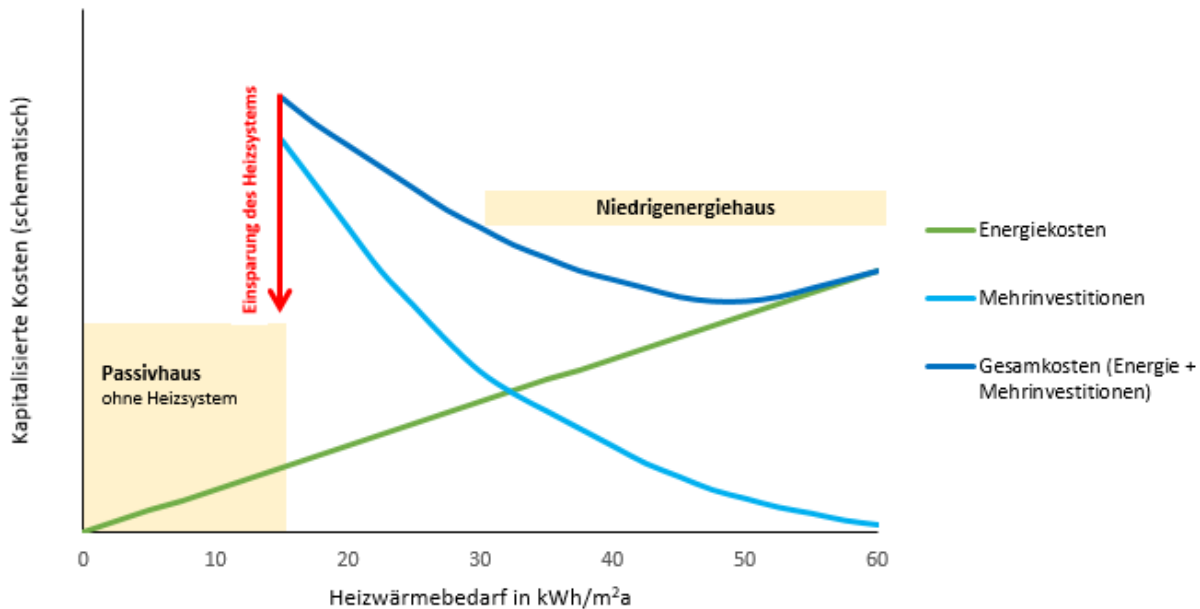


Abbildung 31: Kapitalisierte Gesamtkosten als Funktion des Jahresheizwärmebedarfs von Passivhaus und Niedrigenergiehaus im Vergleich (Quelle: Passivhaus Institut 2015; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Laut EU-Gebäuderichtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden waren die Mitgliedstaaten verpflichtet, Gebäudestandards für energieeffiziente Gebäude zu definieren, die ab 2020 gelten sollten. Diese Gebäude sollen eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweisen und werden als **Niedrigstenergiegebäude** bezeichnet. Alle Neubauten und Gebäude, die einer umfassenden Sanierung unterzogen werden, müssen unter diesen Effizienzkriterien errichtet werden. Für den öffentlichen Sektor gilt diese Anforderung bereits seit 2019. Ab 2021 müssen sämtliche Neubauten als Niedrigstenergiegebäude errichtet werden.

Der Österreichische Nationale Plan, ein Dokument des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB), beschreibt diese Gebäudestandards durch vier Indikatoren: Heizwärmebedarf, Gesamtenergieeffizienz-Faktor, Primärenergiebedarf und Kohlendioxidemissionen. Der Strombedarf (Haushaltsstrombedarf für Wohngebäude bzw. Betriebsstrombedarf für Nicht-Wohngebäude) wird zur Energiemenge, die für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser und Beleuchtung im Rahmen der üblichen Nutzung des Gebäudes benötigt wird, hinzugezählt. Das Niedrigstenergiehaus ist ein sehr effizienter Gebäudetyp mit niedrigem Energiebedarf und unterscheidet sich vom Passivhaus durch einen etwas geringeren Anspruch vor allem an die bauliche Hülle. Der Energiebedarf wird zu einem wesentlichen Teil durch erneuerbare Energien abgedeckt. Der notwendige Energiebedarf für das Heizen ist um ca. 30 % niedriger als bei einem Niedrigenergiehaus. Der Niedrigstenergie-Standard kann prinzipiell auch bei einer umfassenden Sanierung erreicht werden.

Ein **Plusenergiehaus** ist ein Gebäude, dessen jährliche Energiebilanz positiv ist und das einen geringen Primärenergiebedarf hat. Dies bedeutet, dass das Gebäude mehr Energie in einem Jahr produziert, als es für den Gebäudebetrieb (Heizen, Kühlen und Warmwasser) benötigt. Die Bauteile in einem Plusenergiehaus tragen zur aktiven Energieerzeugung bei. Diese Energie wird meist in Form von Photovoltaikanlagen oder thermischen Solarkollektoren erzeugt. Es ist jedoch nicht klar, ob der Strombedarf für die Beleuchtung und Haushaltsgeräte auch mitbilanziert werden soll.

Die zentralen Elemente dieser Gebäude sind die luftdichte Gebäudehülle mit geringem Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert), niedrigem A/V-Verhältnis (Verhältnis von Oberfläche zu umbautem Volumen), mit optimierten Glasflächen (Fenster in Bezug auf Größe und Orientierung) und hochenergieeffizienter Haustechnik.

Grundsätzlich ist es möglich, ein Gebäude zu einem Plusenergiegebäude zu sanieren, und zwar durch hochwertige thermische Sanierung der Außenhülle mit Passivhauskomponenten und einer gleichzeitigen Integration von energieerzeugenden Aktivelementen (Photovoltaik und thermische Solarkollektoren in Kombination mit z. B. einer Netzintegration für Strom und Wärme als Speicher- und Verteilfunktion).

Sanierung

Um steigende Energiekosten zu reduzieren, einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und gleichzeitig den Ansprüchen von modernem Wohnen gerecht zu werden, rückt die Sanierung alter Gebäude mit Passivhauskomponenten immer mehr in den Fokus. Dabei sind wie beim Neubau eine sehr gute Wärmedämmung, Fenster mit geringem U-Wert, eine luftdichte Gebäudehülle und eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung unverzichtbar.

Wenn die Ausgangsbedingungen günstig sind, kann ein Altbau so modernisiert werden, dass der Passivhausstandard für Neubauten erreicht wird. In den meisten Fällen wird das aber nur mit großen baulichen Eingriffen und/oder unverhältnismäßig hohen Kosten möglich sein. Beispielsweise kann die Dicke der Fassadendämmung an engen Gehwegen begrenzt sein, und oft können Wärmebrücken nicht vollständig eliminiert werden, weil vorhandene Wand-, Decken- und Balkonkonstruktionen hier Grenzen setzen. Der verbleibende Heizwärmebedarf wird dann etwas größer sein als bei neuen Passivhäusern. Trotzdem kann das Passivhauskonzept angewandt werden; in solchen Fällen spricht man von einer Sanierung mit Passivhauskomponenten.

Eine gute Dämmung (mind. 20 cm in unserem Breitengrad) und geeignete Fenster verbessern die Oberflächentemperatur und beugen der Entstehung von Tauwasser und Schimmel vor. Zu beachten ist, dass ein Austausch der Fenster ohne Anbringung der Wärmedämmung an der Gebäudehülle zu Tauwasser- und Schimmelbildung in den Innenräumen führen kann.

Bei der Planung soll eine luftdichte Ebene (innen oder außen) in der Gebäudehülle festgelegt werden (z. B. Außenputz oder Innenputz), um die Anschlüsse (in dieser Ebene) möglichst luftdicht auszuführen und die Putzrisse auszubessern. Um Bauschäden zu vermeiden, muss die Verbesserung der Luftdichtheit immer mit dem Einbau einer Lüftungsanlage und der Wärmedämmung des Gebäudes einhergehen. Zusätzliche Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke gehört zu den preiswertesten Energiesparmaßnahmen, da ein großer Teil der eingesetzten Heizenergie über sie verloren geht. Wärmeverluste können dadurch um ca. 30 % reduziert werden. Ein guter Wärmeschutz wird hierbei durch ca. 30–35 cm Wärmedämmung erreicht.

Weiters ist zu beachten, das Gebäude möglichst wärmebrückenfrei zu sanieren, besonders in den Bereichen des aufgehenden Mauerwerks (oberhalb des Sockels), innenliegender tragender Wände, Balkone sowie der Bauteil- und Installationsanschlüsse. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dort, wo die Wärmebrücken nicht zu verhindern sind – wie z. B. bei Balkonen und innenliegenden gemauerten Wänden –, die Wärmebrückenverlustkoeffizienten durch die Verlängerung des Wärmeabflusses verbessert werden. Um das zu erreichen, kann z. B. die Dämmung der Kellerdecke an den Kellerwänden ein Stück heruntergeführt und die Fassadendämmung über die Kellerdeckenebene hinaus nach unten geführt werden.

Der geringe Heizbedarf in effizienten Gebäuden kann durch mehrere Optionen, die auf erneuerbaren Energieträgern basieren, gedeckt werden. Eine Möglichkeit stellt zum Beispiel das Heizen mit Pellets dar. Sie sind ein CO₂-neutraler Brennstoff, der in Österreich in der Regel aus Reststoffen der Holz- und Sägeindustrie erzeugt wird. Dazu wird eine Vielzahl von Pellets-Heizkesseln und Pellets-Systemen auf dem Markt angeboten.

Wärmepumpen stellen eine weitere Möglichkeit dar, nachhaltig zu heizen. Sie nutzen die Umgebungswärme und elektrischen Strom zur Wärmeerzeugung. Sie benötigen für ihren Einsatz jedoch eine sehr gute Wärmedämmung und eine Niedertemperaturheizung (Fußboden- oder Wandheizung). Je nach genutzter Wärmequelle unterscheidet man grundsätzlich zwischen Erd-, Wasser- und Luft-Wärmepumpen. Der erforderliche Strom für den Betrieb der Pumpe kann mittels einer Photovoltaikanlage umweltfreundlich bereitgestellt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Strom damit zu einem großen Teil außerhalb der Heizsaison erzeugt wird. Thermische Solaranlagen können zur Warmwasseraufbereitung oder zur Heizunterstützung im Winter (im Herbst und Frühling kann die Solaranlage das Haus versorgen) verwendet werden. Dabei sind jedoch eine ausreichende Dimensionierung von Speicher und Solaranlage ausschlaggebend. Fernwärme stellt eine weitere Möglichkeit dar und ist ein komfortables Heizsystem für Endverbraucher*innen.

Unbeabsichtigte Hinterlüftung der Dämmung durch Unebenheiten im alten Gemäuer ist zu vermeiden, weil sie die Dämmwirkung stark vermindert. Der Einsatz von Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit, thermischer Trennung und geometrischer Optimierung ist in der Sanierung mit Passivhauskomponenten zu beachten.

Um Bauschäden im Bodenbereich zu verhindern, soll die Dämmung auf der Bodenplatte zum Innenraum diffusionsoffen ausgeführt werden. Wenn möglich sollte der Kellerabgang zum unbeheizten Keller außerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes angeordnet werden.

Bei der Modernisierung von Altbauten mit Passivhauskomponenten müssen ergänzend zur Zuluftheizung häufig noch Heizkörper installiert werden. Andererseits können vorhandene Heizkörper auch weiterverwendet werden, womit Kosten gespart werden können. Es kann auch ganz auf Zuluftheizung verzichtet werden. Der Wärmeerzeuger soll in der thermischen Gebäudehülle installiert werden. Wenn der Einbau einer zentralen oder wohnungsweisen kontrollierten Wohnungslüftung nicht möglich ist, muss trotzdem eine funktionierende Be- und Entlüftung über die Fensterlüftung hinaus sichergestellt werden. Eine Möglichkeit sind Lüftungsgeräte für einzelne Räume oder Gruppen von Räumen, eventuell auch eine mechanische Abluftanlage. Bei der zuletzt genannten Lösung ist keine Wärmerückgewinnung mehr möglich, sodass der Heizwärmebedarf höher ist. Wärmepumpen zur Nutzung der Restwärme für die Warmwasserbereitung sind jedoch möglich.

Für eine permanente Versorgung der Wohnräume mit Frischluft bei geschlossenen Fenstern können auch kompakte Fensterlüfter mit integriertem Wärmetauscher (mit Wärmerückgewinnung) eingesetzt werden.

Der Klima- und Energiefonds unterstützt mit dem Programm „Mustersanierung“ Projekte als Best-Practice-Beispiele im Bereich der thermischen und energetischen Sanierung. Neben verschiedenen nützlichen Tools werden auch ausführliche Praxisberichte und Hintergrundwissen zur Verfügung gestellt.

Ökologisches Bauen

Ökologisches und nachhaltiges Bauen liefert einen wertvollen Beitrag für den Klimaschutz. Die stoffliche Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ist ein Ziel des vom BMK initiierten Programms **klimaaktiv** **nawaro** markt. Die nachwachsenden Rohstoffe sind Produkte der Land- und Forstwirtschaft, welche nicht als Nahrungs- oder Futtermittel Verwendung finden. Dies schließt Nebenprodukte und Reststoffe mit ein.

Generell lässt sich sagen, dass der Bau von energieeffizienten Gebäude nicht auf bestimmte Baumaterialien beschränkt ist. Es ist sowohl eine Massivbauweise mit z. B. Ziegeln als Baustoff als auch eine Leichtbau- bzw. Holzbauweise möglich. Durch den Einsatz von ökologischen Baustoffen wird die graue Energie und somit der indirekte Energiebedarf eines Gebäudes jedoch reduziert. Die Verwendung von innovativen nachhaltigen Dämmstoffen bei der Sanierung und beim Neubau kann somit einen wertvollen Beitrag zum Umweltschutz leisten. In Österreich werden nachwachsende Dämmstoffe wie Stroh und Zellulose verwendet. Die Holzbauweise ist gut dafür geeignet, ökologische Dämmstoffe einzusetzen.

Für den Einsatz der ökologischen Baustoffe stellen die Bundesländer Fördermittel zur Verfügung. Durch die Ökopunkte bzw. den OI3-Ökoindex kann die Förderstufe eines Gebäudes bestimmt werden. Der Einsatz ökologischer Baustoffe ist einer der Kriterien vom klimaaktiv Programm „Bauen und Sanieren“.

Bauwerksbegrünung

Heute sind große Städte mit vielfältigen Herausforderungen wie Überhitzung konfrontiert und überproportional von der Klimakrise betroffen. Der Begriff "Urban Heat Island" beschreibt das Phänomen, dass die Temperatur in einer Stadt höher liegt als im Umland. Das Problem ist darauf zurückzuführen, dass in dicht gebauten Gebieten globale Strahlung in den Gebäuden gespeichert wird und nur ein kleiner Teil davon reflektiert, in Energie umgewandelt oder durch Evapotranspiration abgeleitet wird. Das führt zu einer Überhitzung der Stadt. Gleichzeitig nimmt auch die Versiegelung von Boden stetig durch den Ausbau von Siedlungs- und Verkehrsflächen zu. Dies führt dazu, dass Regenwasser nicht versickern kann, die Grundwasservorräte sich auf diese Weise weniger füllen und der Gasaustausch des Bodens mit der Atmosphäre beeinträchtigt wird. Gleichzeitig kann es bei starken Niederschlägen zur Überlastung der Kanalisation und lokalen Überschwemmungen kommen. Auch das Mikroklima wird durch die Bodenversiegelung negativ beeinflusst, denn versiegelte Böden können kein Wasser verdunsten, wodurch sie im Sommer nicht zur Kühlung der Luft beitragen. Sie sind ebenfalls als Standort für Pflanzen ungeeignet, wodurch diese als Wasserverdunster und Schattenspenden ausfallen. Vor allem aber wird die Bodenfruchtbarkeit durch Bodenversiegelung massiv gestört.

In letzter Zeit werden immer wieder neue gebäudeintegrierte Begrünungssysteme entwickelt, um die Städte an die Auswirkungen der Klimakrise anzupassen und ihre Attraktivität und Lebensqualität zu verbessern. Begrünte Wände (außen und innen) und Dächer haben signifikante Auswirkungen auf ein Gebäude und sein umliegendes Mikroklima. Durch bewusste Auswahl von Baumaterialien kann auch direkt Einfluss auf das Mikroklima genommen werden. Die Intensität der Erwärmung steigt mit der Abnahme des Albedo-Wertes (Reflexionsgrad) einer Oberfläche und mit Zunahme der Leitfähigkeit und Wärmekapazität des entsprechenden Materials. Der einfachste Weg zur Wärmereduzierung von bestehenden Oberflächen in Siedlungsräumen ist daher, eine Anpassung ihres Albedos durch Farbwahl und Veränderung der Oberflächenstruktur (Hagen et al. 2010).

Bauwerksbegrünungen können das Gebäude im Sommer kühlen und im Winter wärmen. Gründächer werden mittlerweile öffentlich gefördert. Bauwerksbegrünung bietet zahlreiche zusätzliche Funktionen, wie beispielsweise Wasserretention, Staub- und Schadstoffbindung, Schallschutz und Bauwerkdämmung. Je nach Gebäudeart können auch langfristig Betriebskosten reduziert werden.

Die Kosten für Fassadenbegrünungen variieren stark je nach Standort, Größe und Bepflanzung. Die Umsetzung eines fassadengebundenen Systems ist mit der Einbindung fachlicher Planung, Installation und Wartung verbunden. Die günstigste Fassadenbegrünung sind beispielsweise bodengebundene Kletterpflanzen. In diesem Fall ist mit einmaligen Beschaffungskosten und geringem Pflegeaufwand zu rechnen.

Mehr zum Thema

Informationen rund um das Passivhaus [<http://www.innovativegebaeude.at/>] und [<https://passivhaus-austria.org/>]

„Mustersanierung“: Best-Practice-Beispiele im Bereich der thermischen Sanierung vom Klima- und Energiefonds unterstützt [<http://www.mustersanierung.at/>]

klimaaktiv: Bauen und Sanieren
[<https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren.html>]

klimaaktiv und Förderungen [<https://www.klimaaktiv.at/foerderungen.html>]

klimaaktiv: Infos rund ums Heizen
[<https://www.klimaaktiv.at/haushalte/wohnen/heizen.html>]

klimaaktiv Gebäudestandard [<https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/gebaeudestandard.html>]

Plus-Energie-Büro, Subprojekt 3: Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien
[<https://infothek.bmk.gv.at/plus-energie-buerohochhaus-der-tu-wien-haus-der-zukunft/>]

Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen, integrierter Haustechnik und Netzintegration [<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/e80-3-gebaeude-sanierungskonzepte-zum-plus-energiehaus-mit-vorgefertigten-aktiven-dach-und-fassadenelementen-integrierter-haustechnik-und-netzintegration.php>]

Nachwachsende Dämmstoffe
[<https://www.klimaaktiv.at/gemeinden/gemeindegebaeude/daemmstoffe.html>]

Leitfaden Fassadenbegrünung [<https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegrueung-leitfaden.pdf>]

Altbaumodernisierung mit Passivhauskomponenten
[http://www.passiv.de/downloads/05_altbauhandbuch.pdf]

Handbuch für Einfamilien-Passivhäuser in Massivbauweise
[https://www.17und4.at/wp-content/uploads/2016/07/Forschungsbericht_Handbuch_fuer_Einfamilien-Passivhaeuser.pdf]

11.4 Energieeffizienz in Gewerbe und Industrie

11.4.1 Energieeffizienz im Büro

In Klein- und Mittelbetrieben bestehen beachtliche Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz. Dies trifft auch auf reine Bürobetriebe zu. Obwohl sich viele Effizienzmaßnahmen in relativ kurzer Zeit rechnen und daher auch wirtschaftlich sinnvoll sind, setzen sich die meisten Bürobetriebe noch nicht intensiv mit dem Thema auseinander. Dies liegt häufig daran, dass sich die Betriebe in erster Linie um die Qualität ihrer Produkte und Dienstleistungen kümmern und ihnen für eine vertiefende Beschäftigung mit dem Energieeinsatz die Zeit und das Know-how fehlen. Vor allem in Bürobetrieben fehlt jedoch auch oft das Wissen über die vorhandenen

Einsparpotenziale, da diese häufig als eher gering eingeschätzt werden, wodurch keine Auseinandersetzung stattfindet.

In Bürobetrieben gibt es jedoch vielfältige Möglichkeiten, den Energieverbrauch zu reduzieren. So können bei der Beschaffung Umweltaspekte stärker in den Vordergrund gerückt werden. Ein geringerer Energieverbrauch von neuen Geräten führt nicht nur zu einer besseren CO₂-Bilanz, sondern kann sich durch den geringeren Verbrauch bei steigenden Energiekosten auch wirtschaftlich auszahlen. Hierbei sollte jedoch beachtet werden, dass ältere Geräte nicht zu schnell durch neuere Modelle ersetzt werden sollten, da für ihre Herstellung möglicherweise mehr Energie verbraucht, als bei relativ kurzer Nutzungsweise eingespart wird. Ökologisch am sinnvollsten ist es stets, ein erworbenes Gerät so lange und intensiv zu nutzen wie möglich. Für viele Personen sind Laptops als Arbeitsplatzrechner ausreichend und aufgrund ihres geringeren Stromverbrauchs so weit möglich gegenüber PCs zu bevorzugen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Betriebszustand von Arbeitsgeräten während der Abwesenheit von Mitarbeiter*innen. Viele Personen lassen ihren Laptop/PC während Besprechungen oder Pausen eingeschaltet, wodurch unnötig Energie verbraucht wird. Durch Bewusstseinsbildung und die Anpassungen der Energiespareinstellungen heutiger Arbeitsgeräte lässt sich hier relativ viel Energie einsparen (z. B. einstellen, wann bei Inaktivität der Monitor ausgeschaltet oder der Ruhezustand aktiviert wird). Der Stand-by-Verbrauch kann außerhalb der Betriebszeiten durch Zentralschalter für Stockwerke bzw. Bereiche minimiert werden.

Auch korrektes Lüftungs- und Heizverhalten (Stoßlüften statt Fenster ganztags geöffnet lassen, nicht bei geöffneten Fenstern oder Türen die Klimaanlage einschalten etc.) kann einen wesentlichen Einfluss auf den Energieverbrauch in Bürobetrieben haben und sollte daher thematisiert werden und beispielsweise beim Einschulen neuer Mitarbeiter*innen berücksichtigt werden. Das Heizen außerhalb der Betriebszeiten sollte generell minimiert und die Raumtemperaturen möglichst gering gehalten werden.

Die Beleuchtung zählt ebenfalls zu den größten Energieverbrauchern im Bürobetrieb. Durch die Umstellung älterer Beleuchtungsanlagen auf effiziente Technologien wie LED kann der Stromverbrauch hier erheblich gesenkt werden. Durch die lange Lebensdauer rentiert sich der Umstieg auch aus wirtschaftlicher Sicht. Die Beleuchtung sollte ebenfalls auf arbeitsrelevante Zeiten eingeschränkt werden. Der Lichteinfall durch Fenster sollte möglichst ungehindert stattfinden, um den Leuchtbedarf zu reduzieren. Die Verwendung einer tageslicht- und/oder zeitabhängigen sowie anwesenheitsabhängigen Beleuchtungssteuerung kann ebenfalls zu maßgeblichen Einsparungen führen.

Mehr zum Thema

klimaaktiv: Energieeffiziente Betriebe [https://www.klimaaktiv.at/energiesparen/betriebe_prozesse.html]

11.4.2 Energieeffizienz bei industriellen Herstellungsverfahren

Aufgrund der Vielfältigkeit von industriellen Herstellungsverfahren gibt es zahlreiche Ansatzpunkte, die Energieeffizienz bei diesen Prozessen zu verbessern. Insgesamt ist das produzierende Gewerbe für etwa ein Drittel des jährlichen Energieverbrauches in Österreich verantwortlich. Besonders im Bereich der energieintensiven Industrie spielt Energieeffizienz eine große Rolle, da dies nicht nur die Umwelt schont, sondern auch die Energiekosten eines Unternehmens senken kann.

Abbildung 32 zeigt die Energieintensität (Energieverbrauch pro Produktionsindex¹³) des Industriesektors. Im Jahr 2019 liegt die Energieintensität des produzierenden Gewerbes 23,1 % unter dem Niveau von 2005. Dies kann nicht nur auf Energieeffizienzgewinne zurückgeführt werden, denn hier spielen auch andere Effekte mit. Jedoch zeigt sich ein eindeutiger Trend nach unten, was bedeutet, dass die Energieintensität sinkt.

Der zeitweilige Anstieg des EEV pro PI in den Jahren nach der Finanzkrise 2008 lassen sich möglicherweise durch folgende Effekte erklären (Österreichische Energieagentur 2020):

- Produktionsunabhängige Energieverbräuche (z. B. Raumwärme) haben einen wesentlichen Anteil am Energieverbrauch und bleiben bei wirtschaftlichen Einbrüchen konstant.
- Industrien und einzelne Anlagen werden bei verringerter Auslastung ineffizienter betrieben.
- Wirtschaftlicher Einbruch und Wachstum sind branchenspezifisch und führen zu strukturellen Änderungen.

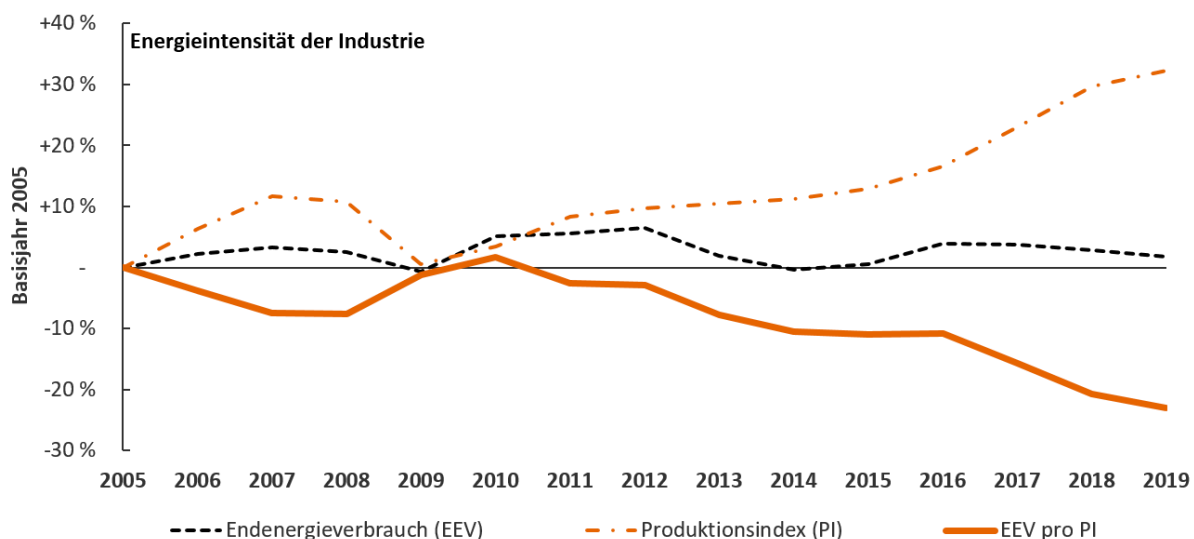


Abbildung 32: Energieintensität (EEV pro PI) der Industrie (Quelle: Statistik Austria 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Eine Analyse der Beratungsfirma ICF Consulting Limited im Auftrag der Europäischen Kommission hat acht Industriesektoren bezüglich ihrer Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz untersucht. Die Studie kommt zum Schluss, dass die größten Energieeinsparungspotenziale in der Lebensmittelindustrie und der Papierherstellung zu finden sind. In anderen Sektoren wie der Metallherzeugung oder der Chemieindustrie sind die Potenziale nur noch gering (ICF International 2015).

11.4.3 Energiemanagementsysteme für Unternehmen

Eine nachhaltige Steigerung der Energieeffizienz und Reduktion der Umweltauswirkungen können nur durch einen kontinuierlichen Prozess erreicht werden. Hier setzen Managementsysteme an. Umweltmanagement nach ISO 14001 oder EMAS und Energiemanagement nach ISO 50001 unterstützen Unternehmen bei der Verankerung von Verbesserungsprozessen in ihrer Organisationsstruktur. Betriebe, die ein Energiemanagementsystem

¹³ Der Produktionsindex wird durch das Verhältnis der Produktionsmengen in der jeweiligen Berichtsperiode zu denjenigen der Basisperiode ausgedrückt.

eingeführen, können erfahrungsgemäß alleine durch die strukturierte Auseinandersetzung mit dem Energieeinsatz schon Einsparungen von bis zu 5 % erreichen, und das ohne hohe Investitionen.

Die Einführung eines Energiemanagementsystems nach ISO 50001 muss von der Geschäftsführung beschlossen werden. Es müssen Ressourcen für die Umsetzung und Betreibung des Managementsystems freigegeben sowie finanzielle Mittel zur Durchführung von Energieaudits und Beschaffung von effizienteren Geräten zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus werden Mitarbeiter*innen ernannt, die für die Umsetzung des Systems verantwortlich sind. Die gesamte Belegschaft wird in den Verbesserungsprozess eingebunden und kann Vorschläge einbringen. Mitarbeiter*innen werden geschult, Wartungspläne erstellt, Beschaffungskriterien definiert. Einmal erreichte Einsparungen bleiben auch bestehen, da es Verantwortliche gibt, die für die Wartung und Überprüfung der Anlagen zuständig sind. Durch die Zertifizierung des Systems werden die aufgebauten Strukturen und Prozesse von externen Expert*innen überprüft und Schwachstellen aufgedeckt. Damit kann der Kreislauf des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses fortgesetzt werden.

Mehr zum Thema

klimaaktiv: Energiemanagement Betriebe

[<https://www.klimaaktiv.at/energiesparen/energiemanagement.html>]

Benchmarking/Energiekennzahlen [www.energymanagement.at]

Geförderte Energieberatungen für Betriebe in den Bundesländern

[http://www.klimaaktiv.at/energiesparen/betriebe_prozesse/beratung_foerderung/beratungsleist_bldd.html]

Förderung von Energiemanagement in KMU

[<https://www.klimaaktiv.at/unternehmen/energiemanagement/foerderung-energiemanagement.html>]

11.4.4 Energiebuchhaltung für Gemeinden

Energiebuchhaltung umfasst die regelmäßige Erhebung und Aufzeichnung des Energieeinsatzes bei Objekten (Liegenschaften, Gebäude, Anlagen) aufgeschlüsselt nach Energieträgern und/oder Nutzungsart sowie die Auswertung und Darstellung der eingesetzten (End-)Energie aufgeschlüsselt auf Anwendungsbereiche, die jeweilige Fläche (oder andere Bezugsgrößen) und Zeit.

Energiebuchhaltung kann ein nützliches Werkzeug sein, um den Informationsaustausch über den Energieeinsatz bzw. den Anlagen- und Gebäudezustand zu erleichtern, und ist damit eine Grundvoraussetzung für das Monitoring und die Bewertung der energetischen Qualität eines Gebäudes und dessen energietechnischer Anlagen bzw. der Energiesparmaßnahmen. Die Ergebnisse einer solchen Bewertung unterstützen ein frühzeitiges Erkennen von defekten Anlagen sowie die Auswahl von Sanierungsobjekten und die Analyse möglicher Einsparpotenziale.

Darüber hinaus kann Energiebuchhaltung ein nützliches Planungsinstrument für Gemeindebudgets, eine Hilfe für die Erstellung von Energieberichten, Emissions- und Energiebilanzen sowie ein Anreiz für den effizienteren Umgang mit Energie (Bewusstseinsbildungsprozess/Nutzverhalten) sein. Energiebuchhaltung auf Gemeindeebene ist idealerweise vernetzt mit anderen Gemeinden der Region zu betrachten.

Die jeweilige Situation in den Bundesländern ist sehr unterschiedlich und es gibt auch seitens der Länder keine Vorschrift, welche Software-Tools für die Energiebuchhaltung zum Einsatz kommen sollen. Sehr wohl gibt es aber

vereinzelt gesetzliche Rahmenbedingungen/Landesbeschlüsse, die eine Energiebuchhaltung für Gemeinden vorschreiben oder empfehlen.

Die verfügbaren und für die kommunale Energiebuchhaltung geeigneten Software-Tools sind vielfältig. Es gibt eine ganze Bandbreite an Programmen, sowohl von privaten als auch öffentlichen Anbietern, die von einfachen Excel-Tools bis zu ausgefeilten (Online-)Software-Tools reichen.

Die manuelle/visuelle Erfassung und Ablesung von Energiedaten ist die einfachste Methode und auch jene Methode, bei der das Bewusstsein für den Energieverbrauch geschaffen wird. Mit der monatlichen Erfassung der Daten erhält der*die „Energiebuchhalter*in“ ein Gespür für die Dimensionen, und gravierende Veränderungen fallen sofort auf, ohne aufwendige Berichte generieren zu müssen. Oftmals werden bereits in der Einführungsphase durch die an die Gebäudenutzer*innen weitergegebenen Informationen Einsparpotenziale erkannt und eine Reduktion des Energieverbrauchs umgesetzt (Beobachtungen von Missständen, die ohne Budgetaufwand abgestellt werden können).

Die elektronische Erfassung der Energiedaten ist die komfortabelste Methode der Datenerhebung, ist allerdings mit einmaligen Investitionskosten für die Zähler und die Übertragungseinrichtung bzw. Auslesegeräte sowie auch mit laufenden Kosten z. B. für GSM-Gebühren usw. verbunden.

Elementar für die Auswahl einer geeigneten Energiebuchhaltungssoftware ist die Erstellung eines technischen, organisatorischen und benutzerspezifischen Anforderungsprofils. Es ist wichtig, den richtigen Kompromiss zwischen Aufwand und Nutzen der Energiebuchhaltungsführung zu finden. Darüber hinaus ist es wesentlich, den finanziellen Rahmen für den Erwerb eines Energiebuchhaltungssystems sicherzustellen.

Sehr kleine Gemeinden mit wenigen Gebäuden sollten in der Regel mit einem einfachen Excel-Tool auskommen. Ausgefeilte (Online-)Software-Tools gewährleisten eine optisch ansprechende, übersichtliche und flexible Auswertung und Darstellung der Daten; diese wiederum erleichtern die Interpretation und Kommunikation der Ergebnisse. Oftmals werden vorkonzipierte Berichte automatisch erstellt.

Vorteile einer Onlinebuchhaltung im Vergleich zu lokalen Programmen:

- Kein Installationsaufwand
- Einfacher Zugang auf jedem PC mit Internetanschluss
- Höchstmögliche Datensicherheit, Datenspeicherung auf externen Servern
- Updates, Erweiterungen zentral durchgeführt – man ist immer auf dem neuesten Stand
- Unterstützungsmöglichkeiten bei Problemen und Fragen
- Einfacher Quervergleich über Gebäudetypen, da die Daten zentral verfügbar sind
- Einfache Auswertung durch elektronische Erfassung
- Vorkonzipierte Berichte
- Gemeindeübergreifender Energieverbrauchsüberblick
- Automatische Klimadatenbereinigung

Der Umstieg von einem System auf ein anderes ist durch die häufig auftretenden Schwierigkeiten beim Datentransfer (Stammdaten, alte Zeitreihen) eine aufwendige und unter Umständen teure Angelegenheit. Dementsprechend ist es ratsam, die Ansprüche in der eigenen Gemeinde an das Energiebuchhaltungstool vorab realistisch einzuschätzen und sich für eine fundierte Entscheidung umfassend zu informieren. Viele lokale oder regionale Energieagenturen können wertvolles Know-how für die Auswahl eines Softwarepaketes, für die

Implementierung (z. B. Stammdatenerhebung, Auswahl der Objekte) und den Betrieb in der Anfangsphase der Nutzung zur Verfügung stellen.

Der Erfolg qualitativ hochwertiger Energiebuchhaltung hängt im großen Ausmaß von der Kooperation der betroffenen Personen und Dienststellen ab. Daher sollten die Anforderungen und Anregungen von betroffenen Personen miteinbezogen werden bzw. sollte regelmäßig über den Stand der Arbeiten berichtet werden, um den Nutzen transparent zu machen und die Mitarbeiter*innen zu motivieren. Bevor mit dem Aufbau einer Energiebuchhaltung begonnen wird, sollten auch die Verantwortlichkeiten innerhalb der Gemeindeverwaltung festgelegt werden (z. B. Energiebeauftragte*r, Mitarbeiter*in im Energie-, Umwelt- oder Gebäudereferat).

Mehr zum Thema

Software-Tools exemplarisch:

Energiebericht Online [<https://www.energieinstitut.at/gemeinden/gebaeude-anlagen/der-energiebericht-online-ebo/>]

energyControl [<https://energycontrol.at/>]

Siemens Navigator [<https://www.umweltgemeinde.at/energiebuchhaltung-und-bericht-nutzen>]

VKW Energiecockpit [<https://www.vkw.at/vkw-energiecockpit-grosskunden.htm>]

COME EASY Tools für Gemeinden [<https://www.come-easy.eu/welcome-to-the-european-energy-award>]

Informationen in den Bundesländern:

Burgenland: [<http://www.energieburgenland.at/gemeinden.html>]

AEE Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie Kärnten: Energiebuchhaltung [<http://www.aee.or.at/cms/unser-angebot/qualitaetskontrolle/energiebuchhaltung.html>]

Niederösterreich: [<https://www.umweltgemeinde.at/energiebuchhaltung>]

Oberösterreich: [<https://www.land-oberoesterreich.gv.at/35099.htm>]

Salzburg: [https://www.salzburg.gv.at/energie/Seiten/energie_energiebuchhaltung.aspx]

Steiermark: [<http://www.technik.steiermark.at/cms/ziel/101820079/DE/>]

Tirol: [<https://www.energie-gemeinde.at/angebot/energiebuchhaltung/>]

Vorarlberg: [<http://www.energieinstitut.at/energiebuchhaltung-senkt-kosten-in-vorarlbergs-gemeinden/>]

Allgemeine Informationen:

Link zu einigen Landesenergieagenturen [<https://www.e5-gemeinden.at/ueber-uns/e5-in-den-bundeslaendern/>]

12. Mobilität

12.1 Wie bewegen wir uns heute? Zahlen und Trends zum Verkehr

12.1.1 Energieverbrauch des Verkehrssystems

2019 entfielen 36 % des energetischen Endverbrauchs in Österreich auf den Verkehrssektor. Hauptverbraucher ist der Pkw- und Lkw-Verkehr (86 %), dessen Energieverbrauch fast ausschließlich auf Erdölprodukten basiert (93 %). Der Flugverkehr verbraucht 10 % der eingesetzten Energie, der Schienenverkehr nur 2 %. Umgekehrt proportional dazu ist der Anteil elektrischer Energie: Er ist im Schienenverkehr hoch (80 %) und liegt im Straßenverkehr trotz relevanter Zuwächse weiterhin auf niedrigem Niveau (2 %). Als erneuerbar eingestufte Biokraftstoffe spielen teilweise in Reinform, vor allem aber als Beimischung zu konventionellen Kraftstoffen im Straßenverkehr mit fast 6 % des Energieverbrauchs eine relevante Rolle (vgl. Gesamtenergiebilanz Statistik Austria. 2020).

Abbildung 33 verdeutlicht die Größe der Herausforderung der Dekarbonisierung des Verkehrssystems: In einem klimaneutralen Mobilitätssystem wären die Säulen ausschließlich rot und blau gefärbt.

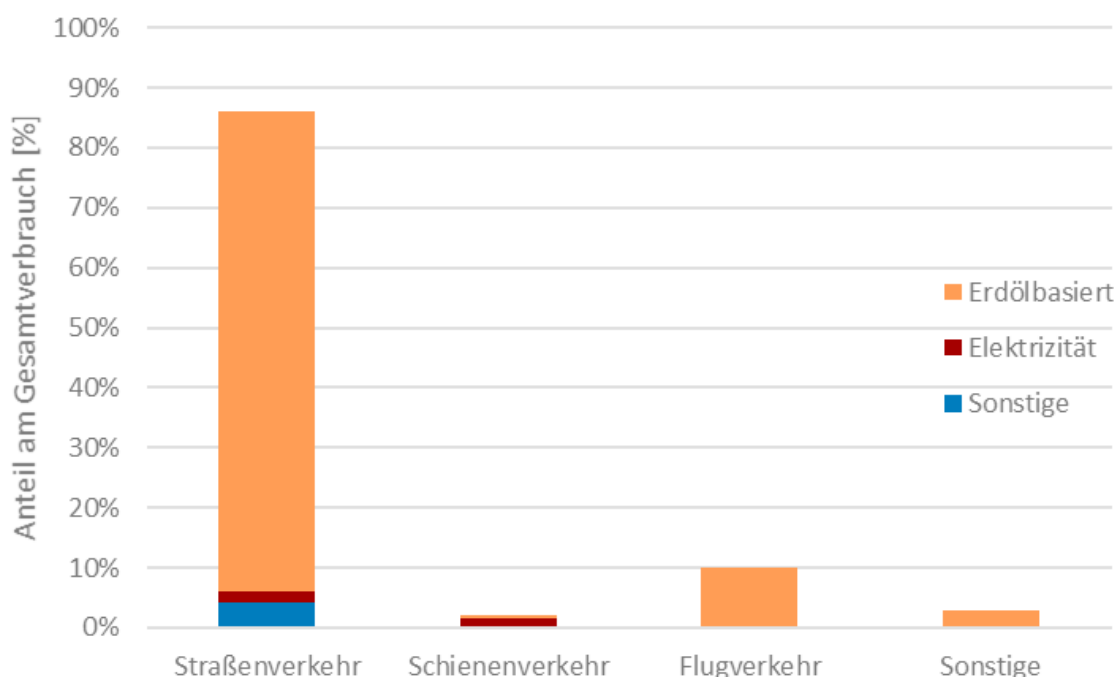


Abbildung 33: Aufteilung des energetischen Verbrauchs des Verkehrssektors auf die Verkehrsträger und Energieformen 2019 (Quelle: Statistik Austria (2020): Gesamtenergiebilanz 1970-2019; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

12.1.2 Anzahl der Wege und zurückgelegte Kilometer

Die letzte nationale repräsentative Mobilitätserhebung wurde 2013/2014 unter dem Namen „Österreich unterwegs“ durchgeführt. Sie ist weiterhin die beste Datenquelle zum Mobilitätsverhalten in Österreich.

Die Erhebung ergab, dass jede in Österreich lebende Person im Durchschnitt 2,8 Wege pro Tag durchführt. Dabei haben 17 % der Befragten keinen Weg durchgeführt, ihr Wohnhaus also nicht verlassen. Werden sie herausgerechnet, steigt die Wegeanzahl auf 3,3 Wege pro Tag. Frauen führen mehr Wege durch als Männer (vgl. BMVIT 2016).

Jede Person legte im Schnitt 36 Kilometer je Werktag zurück (mobile Personen: 43 km/Tag). Wie bei allen Kennzahlen zum Mobilitätsverhalten gibt es eine große Schwankungsbreite. Einflussfaktoren sind beispielsweise die Verkehrsmittelverfügbarkeit, die Wohnsitzregion oder die Erwerbstätigkeit. Jeder Weg ist im Durchschnitt 13 Kilometer lang, die durchschnittliche Pkw-Fahrt 17 Kilometer und die durchschnittliche Fahrradfahrt 3,5 Kilometer (vgl. BMVIT 2016).

Die Längenverteilung der Pkw-Fahrten ist relevant, da sie Hinweise auf die Verwendbarkeit anderer Verkehrsmittel als die des Pkw gibt. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass kurze Wege Teil einer Wegekette sein können. Dennoch verdeutlicht die Verteilung, dass 40 % der Pkw-Lenkerfahrten maximal fünf Kilometer lang waren und somit – auf Einzelwegbasis – gut mit dem Fahrrad und zu einem großen Teil auch fußläufig bewältigbar sind (Abbildung 34). 95 % der Pkw-Fahrten sind kürzer als 50 Kilometer – eine Entfernung, die völlig problemlos mit E-Pkw zurückgelegt werden kann (vgl. BMVIT 2016).

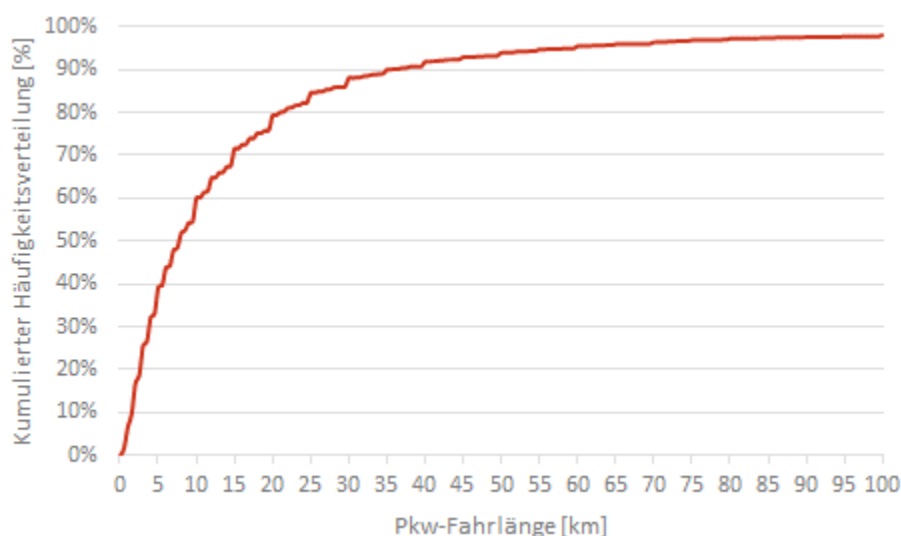


Abbildung 34: : Kumulierte Häufigkeitsverteilung der Länge der Pkw-Fahrten in Österreich (Quelle: BMVIT Österreich unterwegs 2013/2014. Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätsbefragung „Österreich unterwegs 2013/2014. Wien; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

2018 wurden in Österreich 114,2 Mrd. Personenkilometer zurückgelegt (+49 % zu 1990), die meisten davon mit dem Pkw (68,7 %; 1990: 70,0 %). Auf die Verkehrsmittel des Umweltverbundes (öffentliche Verkehrsmittel, Fußwege und Radwege) entfielen 29,5 %. Im Güterverkehr wurden 81,9 Mrd. Tonnenkilometer zurückgelegt (+142 % zu 1990), davon 73 % auf der Straße (1990: 66 %). Es gibt also eine klare Wachstumstendenz im Güterverkehr, die ausschließlich über die Straße abgewickelt wird (vgl. BMVIT 2016).

12.1.3 Verkehrsmittelwahl im Personen- und Güterverkehr

Mobilitätsverhalten beruht im starken Ausmaß auf Routinen. Viele Verkehrsteilnehmende entscheiden sich bewusst oder unbewusst für ein Verkehrsmittel für bestimmte oder sogar alle ihre Wege. Diese Entscheidung

wird nicht regelmäßig hinterfragt. Wenn eine bewusste Entscheidung für ein Verkehrsmittel getroffen wird, sind Einflussfaktoren im Personenverkehr:

- Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln (eigener Pkw, eigenes Fahrrad) sowie die Möglichkeit, einen Weg mit öffentlichen Verkehrsmitteln zurückzulegen inklusive Umsteigehäufigkeit, Wartezeiten oder Aufenthaltsqualität an Haltestellen und in Fahrzeugen
- Kosten und Fahrtdauer bei Nutzung der verschiedenen Verkehrsmittel
- tatsächliche und wahrgenommene Verlässlichkeit der Verkehrsmittel
- Informationsstand über verschiedene Mobilitätsalternativen
- Länge des Weges
- Notwendigkeit, Personen oder Güter zu transportieren
- Wegzweck
- Uhrzeit und Wochentag, aber auch Jahreszeit

Im Güterverkehr spielt insbesondere die Art und Menge der transportierten Güter eine Rolle; Schüttgüter werden beispielsweise als bahnaffin eingestuft. Daneben spielen Kosten, Verfügbarkeit sowie Verlässlichkeit und Flexibilität eine Rolle, während die Fahrtdauer häufig von nachgeordneter Relevanz ist.

Die prägnanteste Kennzahl zur Beschreibung des Mobilitätsverhaltens ist der Modal Split. Er gibt die Anteile der genutzten Verkehrsmittel (Personenverkehr) bzw. Verkehrsträger (Güterverkehr) an. Bezugsgröße ist entweder die Anzahl der Wege oder die zurückgelegten Kilometer. Da die durchschnittliche Pkw-Fahrt deutlich länger ist als ein Fußweg oder eine Fahrradfahrt, ist der Modal Split auf Basis der Verkehrsleistung deutlich Pkw-lastiger.

Die Studie „Österreich unterwegs“ ergab, dass im nationalen Durchschnitt 2013/2014 16,6 % der Personenwege zu Fuß, 6,5 % mit dem Fahrrad und 17,5 % mit öffentlichen Verkehrsmitteln durchgeführt wurden. Der Anteil der zum Umweltverbund gerechneten Verkehrsmittel lag somit bei 41 %. Demnach wurde auf fast 59 % der Wege der Pkw als Lenker*in oder Mitfahrer*in genutzt. Im Vergleich zur Mobilitätserhebung 1995 nahm der Anteil der Pkw-Fahrten als Lenker*in deutlich zu und der von Fußwegen deutlich ab. Im Zeitverlauf hat sich der Einfluss des Alters und des Geschlechts auf den Modal Split abgeschwächt hat. Bezüglich des Alters gilt, dass im Vergleich beider Erhebungen die Pkw-Nutzung von Senior*innen stark zugenommen hat, während sie in jüngeren Altersgruppen tendenziell rückläufig war (vgl. BMVIT 2016).

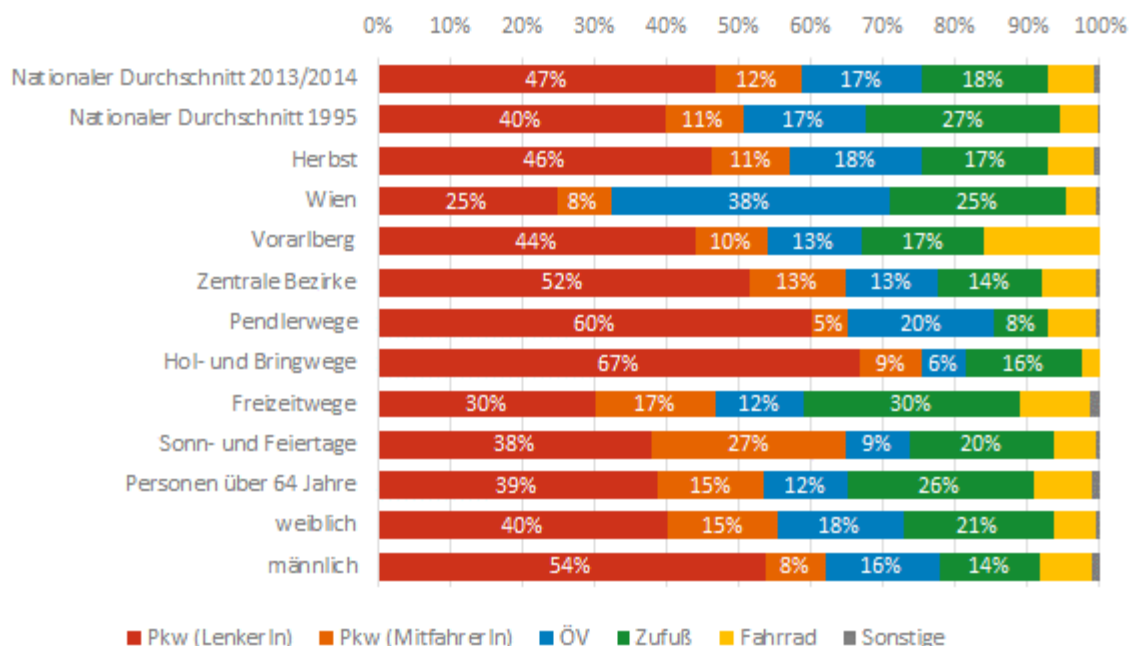


Abbildung 35: Modal Split für verschiedene Wegegruppen (Quelle: BMVIT Österreich unterwegs 2013/2014. Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“. Wien; Darstellung: Österreichische Energieagentur). Die nationale Mobilitätserhebung 1995 wurde nur im Herbst durchgeführt. Aufgrund des jahreszeitlichen Einflusses ist ein Vergleich daher nur mit den im Herbst durchgeführten Wegen der „Österreich unterwegs“-Erhebung zulässig. Dies ist in der dritten Zeile der Abbildung dargestellt. In der Abbildung ist mit Ausnahme des Sonn- und Feiertages jeweils der durchschnittliche Werktag abgebildet.

Beim Modal Split gibt es signifikante räumliche Unterschiede. Grundsätzlich lässt sich für Österreich sagen, dass der ÖV-Anteil einerseits in Wien deutlich höher ist als in anderen Bundesländern und andererseits in Städten durchwegs höher ist als in ländlichen Gebieten. In Vorarlberg ist dafür der Fahrradanteil überdurchschnittlich hoch(vgl. BMVIT 2016). Abweichungen vom Mittelwert gibt es etwa hinsichtlich:

- Wegzweck: Der Pkw-Anteil ist bei Pendlerwegen und bei Hol- und Bringwegen besonders hoch.
- Wochentag: Am Wochenende nimmt der Anteil der Pkw-Fahrten ab.
- Siedlungsstruktur: Kompakte, gemischte Siedlungsstrukturen erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Wegen mit dem Umweltverbund.
- Weglänge: Entfernungen von weniger als zwei Kilometern werden oft zu Fuß, Wege bis fünf Kilometer Länge häufiger mit dem Fahrrad zurückgelegt.

Bei 12 % der mit öffentlichen Verkehrsmitteln durchgeführten Wege wurde zusätzlich ein Individualverkehrsmittel verwendet. In einem Viertel der Fälle war dies das Fahrrad, in drei Viertel der Wege der Pkw. Dieses Verhältnis ist österreichweit weitgehend konstant, der Anteil der intermodalen Wege an allen ÖV-Wege nimmt mit zunehmender Entfernung zu den Ballungsräumen aber deutlich zu (periphere Bezirke: 27 % der ÖV-Wege, davon 20 % als Kombination ÖV-Pkw). Es lässt sich auf Grundlage der Befragungsdaten nachweisen, dass mit zunehmender Entfernung des Wohnhauses von der nächsten ÖV-Haltestelle der Anteil der ÖV-Nutzung sinkt (vgl. BMVIT 2016).

12.1.4 Fahrzeugbestand und seine Entwicklung

Die Anzahl der Kraftfahrzeuge in Österreich steigt mit Ausnahme des Jahres 2002 kontinuierlich. Zum 31.12.2019 waren fast 7,0 Mio. Kraftfahrzeuge in Österreich zugelassen. Der bei weitem größte Anteil entfiel mit 5,04 Mio.

auf Pkw. Zudem waren 468.078 land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen, 440.582 leichte Nutzfahrzeuge (Fahrzeugklasse N1) und 549.769 Motorräder zum Verkehr zugelassen.

Der Motorisierungsgrad gibt das Verhältnis zwischen Pkw-Bestand und Bevölkerungsgröße an. Es ist insbesondere relevant, da der Pkw-Besitz die Pkw-Nutzung zumindest erleichtert und eine Nutzungsabsicht der Halter*innen ausdrückt. In Österreich lag der Motorisierungsgrad im Jahr 1965 bei 109 Pkw pro 1.000 Einwohner*innen. Bis 2019 stieg dieser Wert auf 566 an. Hier zeigen sich wieder ausgeprägte regionale Unterschiede: Der Wert liegt in mehreren Großstädten unter 500 (Wien: 374; Innsbruck: 434; Graz: 477) und nimmt auf Bundeslandebene Spitzenwerte in Niederösterreich (654) und dem Burgenland (675) an. In diesen Zahlen kommt zum Ausdruck, dass der Anteil der Haushalte ohne Pkw von 1995 bis 2013/2014 von 28 % auf 21 % abgenommen hat, während der Anteil der Haushalte mit mehr als einem Pkw von 22 % auf 34 % gestiegen ist. Es gibt also einen klaren Trend zum Zweit- und Drittwagen. Im Motorisierungsgrad kommt zum Ausdruck, dass eine gute ÖV-Erschließung, kompakte Siedlungsstrukturen und ein beschränktes bzw. bewirtschaftetes Parkplatzangebot als Push- und Pull-Faktoren die Attraktivität der Pkw-Nutzung reduzieren. Demzufolge ist Wien auch das einzige Bundesland, in dem der Motorisierungsgrad leicht, aber kontinuierlich sinkt; er lag im Jahr 2008 noch bei 392 Pkw pro 1.000 Einwohner*innen.

Während der Motorisierungsgrad zunimmt, zeigt sich bei der Zahl der neu ausgestellten Pkw-Führerscheine eine deutliche Abnahme zwischen 2010 und 2017 von 91.691 auf 81.288. Seitdem stagnieren die Zahlen. In der Summe kam es in den meisten Bundesländern zu einer Abnahme um mindestens 10 % der ausgestellten Führerscheine. Dies hat auch, aber nicht nur demografische Gründe. Insbesondere im Bundesland Salzburg fällt die Abnahme überdurchschnittlich aus.

Der durchschnittliche Pkw in Österreich ist etwa zehn Jahre alt. Fast jeder zweite Pkw wurde 2012 oder später zugelassen. Lkw werden deutlich häufiger ausgetauscht, landwirtschaftliche Maschinen und Motorräder scheiden dagegen deutlich später aus dem Fahrzeugbestand aus.

In der Pkw-Flotte, deutlich ausgeprägter aber in der gesamten Fahrzeugflotte, dominieren Diesel-betriebene Fahrzeuge. Lag ihr Anteil im Jahr 2000 im Pkw-Bestand noch bei rund 37 %, so waren 2019 rund 55 % aller Personenkraftwagen Dieselfahrzeuge. Der Flottenanteil von reinen E-Pkw war Ende 2019 mit 29.523 Fahrzeugen noch relativ gering (0,6 %). Auf Bundeslandebene gibt es in Vorarlberg die meisten E-Pkw (1,0 %). Zusätzlich waren Ende 2019 fast 51.187 Hybrid-Fahrzeuge zugelassen, die einen Elektroantrieb und eine konventionelle Verbrennungsmaschine kombinieren. Außerdem waren 41 Wasserstoff-Pkw und 6.078 ausschließlich oder auch mit Erd- oder Flüssiggas betriebene Pkw Teil der österreichischen Fahrzeugflotte (vgl. Statistik Austria 2021).

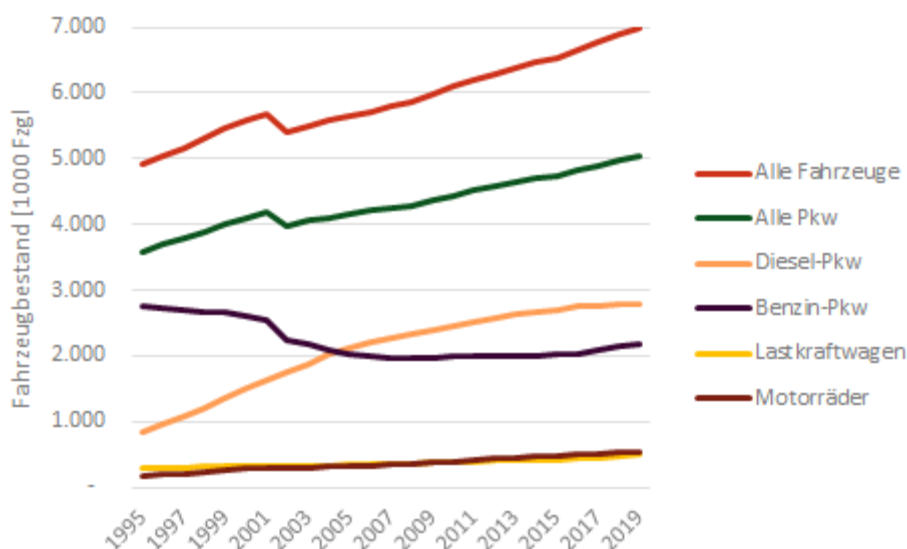


Abbildung 36: Entwicklung der Zusammensetzung der österreichischen Fahrzeugflotte nach Fahrzeugart und bei Pkw nach Antriebsart (Quelle: Statistik Austria (2020): Fahrzeug-Bestand am 04.01.2021 nach Fahrzeugarten; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte unterliegt kontinuierlichen Veränderungsprozessen. 2019 wurden 329.363 Pkw erstmals in Österreich zugelassen. Dieser Wert schwankte in den 2010er-Jahren zwischen knapp über 300.000 Pkw (2014, 2015) und über 350.000 Pkw (2011, 2017). 32 % der Neuzulassungen sind als SUV oder Geländewagen einzustufen (vgl. Statistik Austria 2021). Insgesamt nimmt das durchschnittliche Fahrzeuggewicht und die Motorleistung der neu zugelassenen Pkw kontinuierlich zu. In der Konsequenz lagen 2018 die durchschnittlichen CO₂-Emissionen bei 123,1 Gramm je Kilometer. Dieser Wert ist deutlich niedriger als der Höchststand der Jahre 2003 und 2006 (163,6 Gramm); seit 2015 (123,7 Gramm) gab es in diesem Bereich aber kaum noch Fortschritte (vgl. BMNT 2019). Hinsichtlich der Antriebsarten ist seit 2017 der Trend zu Diesel-Pkw abgeklungen. 2018 wurden erstmals wieder mehr Benzin- als Diesel-Pkw neu zugelassen. Gleichzeitig gibt es eine klare Elektrifizierungstendenz, deren Dynamik beim Blick in die Vergangenheit deutlich wird: 2019 umfasste die E-Pkw-Flotte 29.523 reine E-Pkw, 2016 waren dies 9.000 Fahrzeuge und 2006 nur 127 Fahrzeuge. 2019 waren 2,8 % der Pkw-Neuzulassungen reine E-Pkw (9.242 Fahrzeuge), 0,7 % Plug-in-Hybride (2.156 Fahrzeuge) und weitere 4,4 % andere Hybrid-Pkw (14.349 Fahrzeuge). Demgegenüber sind Erdgasfahrzeuge (580 Neuzulassungen) und wasserstoffbetriebene Pkw (19 Fahrzeuge) mengenmäßig vernachlässigbar (vgl. Statistik Austria 2021).

Der Anteil der Haushalte, die zumindest ein Fahrrad besitzen, lag 2013/14 durchschnittlich bei 71 %. Dieser Anteil lag in Wien bei nur 55 %, während er insbesondere in den ländlichen Gebieten höher liegt (vgl. Statistik Austria 2018).

12.2 Gründe für eine neue Mobilitätskultur

12.2.1 Treibhausgasemissionen des Verkehrssystems

Die Treibhausgasemissionen im Verkehrssektor steigen weiterhin absolut und relativ. Sie lagen 2018 bei 23,9 Mio. t CO₂eq, das entspricht mehr als 30 % der österreichischen Gesamtemissionen. Dabei ist der internationale Flugverkehr mit Start oder Ziel in Österreich noch nicht berücksichtigt. Die Emissionen erreichten damit annähernd wieder ihr Allzeithoch des Jahres 2005 und liegen 73 % über dem Wert des Jahres 1990 (+10,6 Mio. t CO₂eq). Diese Emissionen sind fast ausschließlich auf den Straßenverkehr zurückzuführen (23,6 Mio. t CO₂eq), wobei der Straßengüterverkehr etwas mehr als ein Drittel ausmacht. Während es in fast allen anderen Sektoren zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen kommt, zeichnet sich im Verkehrssektor keine Trendwende ab. Der Verkehrssektor ist damit nach wie vor die ungelöste Herausforderung für die Klimaneutralität (vgl. Umweltbundesamt 2020).

12.2.2 Mobilitätskosten der Haushalte

Gemäß der letzten österreichischen Konsumerhebung ist der größte Ausgabenposten privater Haushalte das Wohnen (26 %), unmittelbar gefolgt von den Mobilitätskosten (14 %) (vgl. Statistik Austria 2018). Die verkehrsrelevanten Konsumausgaben privater Haushalte in Österreich betrugen 2019 fast 25 Mrd. Euro im Jahr. Davon entfielen 13,5 Mrd. Euro auf Waren und Dienstleistungen rund um den Betrieb privater Pkw – der mit Abstand größte Einzelposten ist das Tanken – sowie weitere 6,5 Mrd. Euro auf den Fahrzeugkauf. Lediglich 5,0 Mrd. Euro entfielen auf sonstige Verkehrsdienstleistungen (vgl. Statistik Austria 2020). Daraus ist klar ersichtlich, dass der private Pkw ein wesentlicher Kostentreiber ist. Ein Haushalt mit einem privaten Pkw gibt etwa 16 % der Haushaltsausgaben für Mobilität aus, wohingegen ein Haushalt ohne privaten Pkw nur knapp 5 % der Haushaltsausgaben für Mobilität aufwendet.

12.2.3 Motorisierter Individualverkehr braucht Platz

2019 wurden in Österreich 5,2 km² Bodenfläche für Verkehrsflächen versiegelt. Dies stellt eine deutliche Verringerung gegenüber den Vorjahren dar, ist aber immer noch mehr als ein Viertel der jährlichen Flächenversiegelung in Österreich. Insgesamt wurde 2019 in Österreich eine Fläche von 2.075 km² für den Verkehr verwendet; das entspricht der Hälfte der Gesamtfläche des Burgenlandes (3.965 km²) (vgl. Umweltbundesamt 2020).

Im innerstädtischen Verkehr verringern öffentliche Verkehrsmittel nicht nur die CO₂-Emissionen, sondern auch das Verkehrsaufkommen auf den Straßen. Busse und Straßenbahnen können in kürzerer Zeit mehr Passagiere befördern als eine Vielzahl von Pkw. Drei Autobusse transportieren bei durchschnittlichem Besetzungsgrad gleich viele Passagiere wie 120 Pkw. Diese drei Busse überqueren eine Kreuzung innerhalb von 25 Sekunden. 120 Pkw mit derselben Passagieranzahl brauchen dafür 247 Sekunden, also etwa die zehnfache Zeit. Das bedingt eine entsprechende Dimensionierung der Straßen. Gleichzeitig prägen auch abgestellte Fahrzeuge den Straßenraum.

Beförderung von Passagieren

Aufwand für den Transport gleich vieler Passagiere über eine Kreuzung

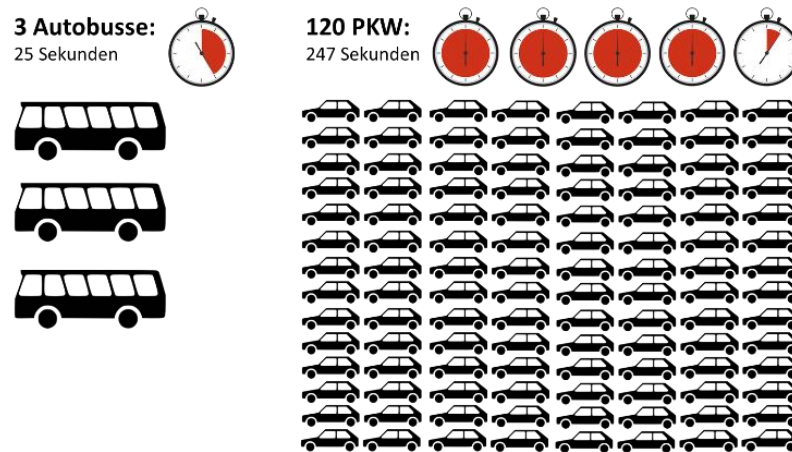


Abbildung 37: Beispiel für Platzverbrauch von Pkw (Quelle: Wiener Linien; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

12.2.4 Mobilität und Gesundheit

Der motorisierte Individualverkehr (MIV) wirkt sich erheblich auf die Gesundheit der Bevölkerung aus, direkt durch Abgase und Lärm sowie indirekt durch Umweltverschmutzung und die Klimakrise. Die gravierendsten Auswirkungen des MIV auf die Gesundheit sind:

- Krankheiten, insbesondere Übergewicht/Fettleibigkeit, infolge weniger aktiver Bewegung
- Atemwegserkrankungen durch Luftverschmutzung
- Verletzungen und Todesfälle durch Verkehrsunfälle
- Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Verkehrslärm

Laut einer Studie der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sterben bis zu achtmal mehr Menschen an den Folgen von Bewegungsmangel als bei Verkehrsunfällen und viermal so viele durch Luftverschmutzung. Die gesellschaftlichen Kosten von Verkehrsunfällen belaufen sich demnach auf 2 % des BIPs (vgl. WHO).

Dagegen fördert aktive Mobilität – das Zufußgehen und das Fahrradfahren – die Gesundheit auf vielfältige Weise: Stress wird abgebaut, das Herz-Kreislauf-System gefördert, die Schlafqualität verbessert, der Blutdruck gesenkt. Die WHO empfiehlt Erwachsenen 150 Minuten Bewegung mit mittlerer Intensität pro Woche. Das entspricht einem täglichen Arbeitsweg von 15 Minuten. Allerdings erreichen nur 42 % der Österreicher*innen diesen Zielwert (vgl. Fonds Gesundes Österreich, 2017). Die WHO zeigt, dass in Österreich bereits ein Radverkehrsanteil von 5 % bei einer mittleren Fahrtlänge von 2,0 Kilometern durch die positiven Gesundheitseffekte statistisch die Zahl der Todesfälle um 412 reduziert (vgl. WHO).

12.3 Wie sollten wir uns künftig bewegen?

Räumliche Mobilität ist eine Konsequenz der räumlichen Trennung von Aktivitäten wie Wohnen, Bildung, Arbeit oder Erholung. Verkehr ermöglicht daher soziale Kontakte, gesellschaftliche Teilhabe, die Versorgung mit Gütern und eine arbeitsteilige Wirtschaft. Gleichzeitig hat er große negative Auswirkungen. Viele davon, aber nicht alle hängen mit seiner Abhängigkeit vom Erdöl zusammen. Dazu zählen der Ausstoß von klimaschädlichen

Treibhausgasen sowie gesundheits- und umweltschädlichen Schadstoffen, der Lärm, die Flächeninanspruchnahme und Zerschneidung von Lebensräumen, Verkehrsunfälle sowie individuelle und gesellschaftliche Kosten.

Ausnahmslos alle aktuellen nationalen (vgl. BMVIT 2012 und BMNT 2018) und europäischen (vgl. Europäische Kommission 2011) Strategiedokumente der öffentlichen Hand zur Mobilität zielen darauf ab, diese negativen Auswirkungen zu reduzieren und gleichzeitig Erreichbarkeit und Verkehrsteilhabe sicherzustellen. Der Klimaschutz nimmt hier die zentrale Rolle ein. Übergeordnetes Ziel beispielsweise des österreichischen Regierungsprogramms 2020/2024 ist eine Mobilitätswende, für die das Klimaziel die „übergeordnete verbindliche Handlungsanleitung“ ist (Bundeskanzleramt 2020). Das bedeutet insbesondere eine Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2030 gegenüber dem Stand 2005 um 36 % und in weiterer Folge eine Entwicklung hin zur Klimaneutralität (Bundeskanzleramt 2019). Ein Mobilitätsmasterplan 2030 wird die strategische Ausrichtung zur Erfüllung des Pariser Klimaabkommens definieren.

Ein modernes Verkehrssystem ist nicht nur klimafreundlich, sondern verwirklicht multidimensionale Ziele:

- Umweltfreundlichkeit: Der Ausstoß von Luftschadstoffen, Feinstaub, Lärm sowie Flächenversiegelung und Zerschneidung von Lebensräumen werden reduziert.
- Verkehrssicherheit: Die Verkehrssicherheit wird fortlaufend erhöht, bis die Zahl der Verkehrstoten auf null sinkt („vision zero“).
- Integration und Partizipation: Ausnahmslos alle Menschen – unabhängig etwa von Herkunft oder physischer und psychischer Konstitution – können gleichermaßen am Verkehr teilhaben.
- Erreichbarkeit: Alle Regionen sind an das Verkehrssystem angebunden.
- Gesundheit: Ein modernes Verkehrssystem fördert aktive Bewegung und reduziert die Exposition gegenüber Lärm, Schadstoffen und Stress.
- Mobilitätskosten: Niemand wird aus finanziellen Gründen von der Mobilitätsteilhabe ausgeschlossen. Das Verkehrssystem fördert die wirtschaftliche Entwicklung.
- Wachstumstreiber: Ein modernes Verkehrssystem nutzt die Transformationstreiber Dekarbonisierung und Digitalisierung und eröffnet dadurch neue wirtschaftliche Chancen.
- Flexibilität: Das Verkehrssystem bietet flexible Möglichkeiten, insbesondere auch für Personen, die keinen Pkw benutzen können oder wollen.
- Kostengerechtigkeit: Alle Verkehrsträger sowie die einzelnen Verkehrsteilnehmer*innen tragen die durch sie verursachten gesellschaftlichen Kosten etwa im Umwelt- und Gesundheitsbereich.
- Resilienz: Das Verkehrssystem ist in der Lage, auch unter ungünstigen Bedingungen Erreichbarkeit sicherzustellen.

12.4 Wege zu einem künftigen Mobilitätssystem

12.4.1 Vermeiden – Verlagern – Verbessern

Die Verwirklichung der Vision eines klimaneutralen Mobilitätssystems muss alle verfügbaren Optionen schnell und konsequent nutzen. In diesem Zusammenhang wird häufig der Dreiklang „Vermeiden – Verlagern – Verbessern“ angeführt. Demnach muss es das Ziel sein:

- Nicht notwendige Wege zu vermeiden: Ein prägnantes Beispiel sind Lkw-Leerfahrten. Darüber hinaus können vielfältige Änderungen helfen, Verkehr einzusparen. Dazu zählen organisatorische Änderungen im Verkehrsbereich (Bündelung von Paketzustellungen, Bildung von Fahrgemeinschaften) und generell in allen Lebensbereichen (etwa Homeoffice-Regelungen), siedlungsstrukturelle Änderungen wie Nutzungsmischungen im Quartier oder die Förderung eines suffizienten, ressourcenbewussten Lebensstils.
- Nicht vermeidbare Wege auf umweltfreundliche Verkehrsmittel zu verlagern: Es sind Strukturen zu schaffen und Verkehrsteilnehmer*innen zu motivieren, wenn immer möglich aktiv mobil zu sein oder öffentliche Verkehrsmittel zu nutzen. Ansatzpunkte sind eine flächendeckende, bedarfsgerechte und sichere Infrastruktur für aktive Verkehrsmittel sowie ein gutes öffentliches Verkehrsangebot.
- Nicht verlagerbare Wege zu verbessern: Durch viele Maßnahmen wie den Einsatz von alternativen Kraftstoffen und insbesondere E-Fahrzeugen, die Nutzung von Carsharing sowie eine angepasste Routenplanung, die Vermeidung der Rushhour oder einen energiesparenden Fahrstil können Umwelteffekte des Verkehrs reduziert werden.

12.4.2 Mobilitätsmanagement

Mobilitätsmanagement bezeichnet alle Maßnahmen und Aktivitäten mit dem Ziel, die von einer Institution, Organisation oder Einrichtung erzeugte Mobilität effizienter und umweltfreundlicher abzuwickeln. Es gibt beispielsweise Mobilitätsmanagement für Schulen, Gemeinden, Krankenhäuser oder Betriebe. Arbeitsbereiche sind:

- Infrastruktur und Fahrzeuge/Fuhrpark
- Bewusstseinsbildung und Informationsvermittlung über nachhaltige Mobilität
- Kampagnen und Aktivitäten, um neue Verhaltensweisen auszuprobieren

Beispielsweise umfasst betriebliches Mobilitätsmanagement die Wege von Mitarbeiter*innen zum Arbeitsplatz, dienstliche Wege, den Fuhrpark und alle Logistikprozesse. Die konkreten Tätigkeiten unterscheiden sich für jeden Betrieb, da sie von den Möglichkeiten vor Ort (etwa regionale Fahrradinfrastruktur, Lage und Anbindung des Unternehmensstandorts) sowie den Interessen von Beschäftigten und Geschäftsführung abhängen. Sie können von der Errichtung von sicheren Fahrradabstellanlagen und Duschen über die Bildung von Fahrgemeinschaften, die Ausgabe von Jobtickets oder Jobrädern, die Anpassung von Dienstreiserichtlinien, die Elektrifizierung von Fahrzeugen, Spritspartrainings bis hin zu Lkw-Dispositionsoftware zur effizienteren Tourenplanung reichen. Mobilitätsmanagement ist verkehrsmittelübergreifend, zielgruppenorientiert, prozesshaft und strukturiert. Es umfasst somit alle Verkehrsmittel, richtet sich sowohl an Mitarbeiter*innen, Lieferanten, externe Dienstleister wie Spediteure als auch Kunden, besteht aus verschiedenen Schritten in einem kontinuierlichen Vorgehen mit durchaus wechselnden Schwerpunkten und baut auf einer Zielvision auf, wobei die Umsetzungsschritte evaluiert werden sollten.

klima**aktiv** mobil bietet im Auftrag des BMK kostenlose Beratung und Unterstützung bei der Entwicklung von Mobilitätsmaßnahmen. Kompetente Expert*innenteams stehen Österreichs Städten, Gemeinden und Regionen, der Tourismus- und Freizeitbranche, Betrieben, öffentlichen Einrichtungen, Baurägern, Immobilienentwicklern und Investoren, Schulen und Jugendgruppen sowie insbesondere den Fuhrparkbetreibern kostenfrei zur Verfügung, um mit ihnen maßgeschneiderte Lösungen im Verkehrsbereich zu erarbeiten. Fuhrparkumstellungen auf alternative Fahrzeuge und erneuerbare Energien, Elektromobilität, Radverkehr und Mobilitätsmanagement werden im Rahmen von klima**aktiv** mobil durch Mittel des Klima- und Energiefonds finanziell gefördert. Die klima**aktiv** mobil Berater*innen unterstützen bei der Fördereinreichung.

12.4.3 Energieraumplanung

Die Planungskompetenz liegt in Österreich in der Hand der Länder und Gemeinden. Gemeinden können im Rahmen der Ziele des Raumplanungsgesetzes die räumliche Entwicklung und innere Organisation ihrer Wohn- und Gewerbegebiete weitgehend selbstständig festlegen und dadurch entscheidenden Einfluss auf den Energieverbrauch im Gemeindegebiet nehmen. Um Klimaschutz und die klimaneutrale Energiezukunft wirkungsvoll umzusetzen, braucht es effiziente Raumstrukturen. Klimaschonende, zukunftsorientierte Raumplanung kann den Gemeinden helfen, Kosten für Infrastruktur zu sparen, Klimaziele zu erreichen und attraktive Lebensräume zu schaffen. In diesem Zusammenhang wird zunehmend von Energieraumplanung gesprochen. Ihre Planungsgrundsätze sind:

- Flächen sparen: Kompakte oder maßvoll verdichtete Siedlungen reduzieren den Flächenbedarf.
- Nutzungsmischungen: Die Mischung von Raumfunktionen wie Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung oder Freizeit verkürzen die Weglängen und fördern so insbesondere die Nutzung aktiver Verkehrsmittel.
- Regionalentwicklung: Starke regionale Zentren bieten attraktive Angebote für Arbeit, Ausbildung, Wohnen und wirken der Abwanderung in ländlichen Regionen entgegen.
- Klimaschutz: Energieversorgung mit erneuerbaren Energieträgern aus der Region erfordert die Ausweisung von Flächen für Biomasse-, Wind- und Solaranlagen sowie Versorgungstrassen.
- Mobilitätsplanung: Siedlungsentwicklung entlang der ÖV-Achsen vermeidet Pkw-Verkehr.

In allen Raumplanungsprojekten und Standortentscheidungen der Gemeinden sollte eine möglichst effiziente Nutzung lokaler Gegebenheiten und vorhandener, erneuerbarer Energieressourcen berücksichtigt werden, um die Raumstrukturen möglichst energie-, flächen- und kosteneffizient zu entwickeln. Das umfasst einen Vorrang der Innenentwicklung vor der Ausweisung neuer Baugebiete am Ortsrand. Wesentlich für den erfolgreichen Planungsprozess ist auch die frühe Einbindung beteiligter Stakeholder (Planer, Energieversorger, Verkehrsverbünde etc.) und der betroffenen Bevölkerung.

12.4.4 Alternative Kraftstoffe

Wie erwähnt liegen viele, aber nicht alle negativen Auswirkungen des Straßenverkehrs in seiner Erdölabhängigkeit begründet. Für disperse Siedlungsstrukturen mit weiten Wegen und schlechter ÖV-Erschließung sowie für den Transport von Gütern wird auch in einem klimaneutralen Verkehrssystem eine externe Energiequelle für Pkw, Lkw und Arbeitsmaschinen benötigt. Aus Systemperspektive bietet es sich hier an, Strom aus erneuerbaren Quellen wie Wind, Sonne und Wasserkraft zu nutzen. Wird ausschließlich Strom aus erneuerbaren Quellen verwendet, fallen bei der Stromproduktion und der Nutzung der E-Fahrzeuge keine Treibhausgase an. E-Fahrzeuge überzeugen viele Nutzer*innen durch ihre Fahreigenschaften sowie die geringen Nutzungskosten. Als Barrieren werden regelmäßig der Kaufpreis, die Reichweite und der Zugang zu Ladeinfrastruktur genannt. In diesen Bereichen gab es in den letzten Jahren aber deutliche Weiterentwicklungen, insbesondere nimmt die Speicherkapazität der Batterien kontinuierlich zu, während der Preis je Kilowattstunde sinkt. Mittlerweile gibt es in allen Fahrzeugkategorien des Pkw-Segments und bei leichten Nutzfahrzeugen ein marktfähiges Angebot, das beispielsweise im Rahmen von **klimaaktiv mobil** auf topprodukte.at dargestellt wird. Der Österreichische Klima- und Energiefonds hat in einem Faktencheck häufige Vorurteile gegenüber der Elektromobilität kritisch hinterfragt (VCÖ 2018). Insbesondere stellen die Tagesfahrleistungen in Österreich keine Barriere für die Elektrifizierung dar. Die Elektrifizierung ist nicht auf Pkw begrenzt. Neben E-Tretrollern und E-Rollern gibt es insbesondere im Fahrradsegment einen starken Elektrifizierungstrend.

Neben den reinen E-Fahrzeugen gibt es insbesondere im Pkw-Segment die sogenannten Hybrid-Fahrzeuge. Sie kombinieren einen elektrischen und einen konventionellen Antrieb. Plug-in-Hybride können über externe Stromquellen und somit Steckdosen geladen werden. Mild- und Vollhybride erzeugen den Strom im Fahrzeug. Je nach Batteriegröße können Strecken vollelektrisch zurückgelegt werden oder der elektrische Antrieb zur Unterstützung genutzt werden.

Im Rahmen eines Mobilitätsmanagementprozesses geht es im Bereich der Elektrifizierung von Fahrzeugen vor allem um die Adressierung von mentalen Hemmschwellen. Hierbei hat sich insbesondere die Möglichkeit, im Rahmen von E-Mobilitätstagen oder Testaktionen eigene Erfahrungen zu sammeln, als wirkungsvolles Instrument erwiesen. Zudem sollte aufgezeigt werden, für welche Fahrzeuge einer Flotte eine Elektrifizierung in Abhängigkeit von den Einsatzzwecken und in Bezug auf die Gesamtkosten (Kaufpreis, Förderung, Nutzungskosten, Sachbezugsregelungen, Wiederverkaufswert) prioritär sinnvoll ist. Ein wichtiges Thema ist auch die Errichtung von Lademöglichkeiten bzw. ihre Nachrüstung in Bestandsgebäuden sowie klare Regelungen zu ihrer Nutzung. E-Bikes und E-Transporträder können im Rahmen von Jobrad-Aktionen eine interessante Alternative für Mitarbeiter*innen sein.

Im Lkw-Segment und bei Arbeitsmaschinen wie Traktoren mit ihrem hohen spezifischen Fahrzeugverbrauch sind E-Fahrzeuge bisher noch nicht serienmäßig verfügbar. Ein ungelöstes Problem sind die benötigten Batteriekapazitäten, die den Kaufpreis und das Gewicht der Fahrzeuge stark erhöhen und ihre Einsatzbereiche einschränken. Eine Lösung sind oberleitungsgebundene Systeme auf Autobahnen, die aber eine spezifische Infrastruktur benötigen. Daher wird für diese Fahrzeugsegmente am Einsatz von Wasserstoff geforscht. Dies setzt voraus, dass der Wasserstoff mit erneuerbaren Energieträgern gewonnen wird. Konkret würde Wasserstoff als Speichermedium für die Überschussproduktion von erneuerbaren Energieträgern vor allem im Sommer dienen. In einer kurz- und mittelfristigen Perspektive ist Wasserstoff vor allem für innovative Pilotprojekte interessant, ein flächendeckender Einsatz ist wegen des Fehlens von Infrastruktur und Fahrzeugen nicht zu erwarten. Dies gilt auch für die sogenannten synthetischen Kraftstoffe, die aus einem Synthesegas und Strom hergestellt werden und in konventionellen Motoren eingesetzt werden können.

Im Straßenverkehr sind feste und gasförmige Biokraftstoffe quantitativ weiterhin die wichtigste erneuerbare Energieform in Österreich. Sie werden aus land- und forstwirtschaftlichen Produkten (Biokraftstoffe der ersten Generation) oder Abfall- und Reststoffen (fortschrittliche Biokraftstoffe) hergestellt. Sie kommen in Reinverwendung zum Einsatz oder werden entsprechend den Vorgaben der Kraftstoffverordnung dem Dieselmotorkraftstoff (Biodiesel, Beimischung von sieben Volumenprozent) bzw. Ottomotorkraftstoff (Bio-Ethanol, fünf Volumenprozent) beigemischt. Der beigemischte Biokraftstoff muss als nachhaltig zertifiziert werden. Eine stärkere Nutzung fortschrittlicher Biokraftstoffe, die etwa aus Stroh oder Zellulose gewonnen werden, ist in bestimmten Fahrzeugsegmenten, insbesondere land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen und gegebenenfalls im Lkw-Bereich, eine Option.

12.4.5 Digitalisierung und Vernetzung, Inter- und Multimodalität

Einer der großen Transformationstreiber im Mobilitätsbereich ist die Digitalisierung. Das bedeutet, dass Daten, Informationen und ergänzende Serviceleistungen so aufgearbeitet und vernetzt werden, dass Mobilität schneller, umweltfreundlicher, günstiger und/oder komfortabler möglich wird. Ein etabliertes Beispiel sind Pkw-Routenplaner, die nicht nur die schnellste oder kürzeste Verbindung unter Idealbedingungen anzeigen, sondern auch die zum geplanten Reisezeitpunkt wahrscheinlichen Verkehrsbedingungen berücksichtigen.

In Bezug auf den Umweltverbund soll die Digitalisierung eine horizontale und vertikale Integration fördern. „Horizontal“ bezieht sich auf verschiedene Mobilitätsoptionen wie den öffentlichen Verkehr, eigene Fahrzeuge und Sharingfahrzeuge, während „vertikal“ die Aspekte (Echtzeit-)Informationen zu Mobilitätsoptionen inklusive Verfügbarkeit, Umstiegen oder Verkehrsmittelwechseln, Ticketing auch für verschiedene Verkehrsverbünde oder Mobilitätsanbieter, eine Reservierung oder die Zugänglichkeit etwa eines Sharingfahrzeugs umfasst. Diese Integration erleichtert Multimodalität und ist Voraussetzung für Intermodalität. Multimodalität meint, für jeden Weg die Mobilitätsoption zu wählen, die am besten den eigenen Bedürfnissen entspricht, während Intermodalität die Kombination verschiedener Mobilitätsoptionen auf einem Weg bezeichnet. Beide Konzepte sollen es ermöglichen, mögliche Nachteile umweltfreundlicher Verkehrsmittel durch die Kombination ihrer jeweiligen Vorteile zu überwinden.

Hinsichtlich der Digitalisierung ist auch wichtig, dass Smartphones und Laptops die Wahrnehmung des öffentlichen Verkehrs deutlich verändern. Zum einen erhöht alleine schon die Verfügbarkeit von Informationen die Zufriedenheit mit dem Verkehrsmittel. Viel relevanter ist aber, dass die Wartezeit und die Zeit im Verkehrsmittel als weniger unangenehm oder sogar als produktiv und entspannend wahrgenommen wird – ein klarer Vorteil gegenüber dem Pkw. Konkret zeigen ökonomische Experimente, dass die Zahlungsbereitschaft für eine kürzere Fahrtdauer und somit eine schnellere Verbindung im öffentlichen Verkehr in den letzten Jahren abgenommen hat, im Pkw-Verkehr aber gestiegen ist: Die Reisezeit in öffentlichen Verkehrsmitteln wird also zunehmend als angenehmer bewertet.

Die Datenintegration muss mit einer räumlichen Integration im Sinne von zentralen Verkehrsdrehscheiben einhergehen, an denen der Wechsel zwischen den verschiedenen Mobilitätsoptionen möglich ist. Solche Mobilitätsstationen oder multimodale Knoten vernetzen öffentliche und private Verkehrsmittel mit Sharingangeboten. Dazu kombinieren sie an einem Ort Abstellanlagen für private Fahrzeuge (Pkw und Fahrrad), Haltestellen sowie Stellplätze für Sharingangebote. Das sollte durch sichere und komfortable Wartemöglichkeiten und geeignete Serviceleistungen (Information, Ticketing, Schließfächer) ergänzt werden.

12.4.6 Sharing: Nutzen statt besitzen

Studien zeigen, dass Pkw im Durchschnitt 23 Stunden am Tag nicht bewegt werden. Gleichzeitig ist der private Pkw für viele Haushalte eine der größten Investitionsentscheidungen. Daraus kann abgeleitet werden, dass es aus persönlicher Sicht (aufgrund der Kosten) und auch aus gesellschaftlicher Sicht (etwa Reduzierung der Zahl der abgestellten Fahrzeuge) sinnvoll sein kann, Pkw im Rahmen eines Carsharing-Systems gemeinsam zu nutzen. Es lässt sich zeigen, dass je nach Tarif die Carsharing-Nutzung bis zu einer Jahresfahrleistung von 12.000 Kilometern günstiger ist.

Sharingsysteme gibt es für alle Individualverkehrsmittel – vom Tretroller über das Fahrrad bis hin zum Transportfahrrad oder Roller. Häufig sind bei diesen Verkehrsmitteln weniger Kostenüberlegungen als vielmehr die Flexibilität ein entscheidendes Nutzungskriterium. Das gilt auch für die Überwindung der letzten Meile von einer ÖV-Haltestelle zum Ziel eines Weges.

Sharingsysteme können nach dem Verkehrsmittel, der Standortgebundenheit (Fahrzeug muss oder muss nicht zum Ausgangsort zurückgebracht werden), der Zielgruppe (Unternehmen oder Privatpersonen) oder ihrer Betreiberstruktur (Vereine, Genossenschaften oder gewerbliche Anbieter) unterschieden werden. Es gibt neben den öffentlich zugänglichen Sharingsystemen auch betriebliches Carsharing oder Sharingsysteme in Wohnanlagen. Sowohl die Anzahl der Anbieter, der Fahrzeuge als auch der Nutzer*innen wächst kontinuierlich.

Viele Carsharing-Anbieter verwenden ausschließlich E-Fahrzeuge; sie können einen Beitrag dazu leisten, E-Mobilität sichtbar und erfahrbar zu machen.

Insbesondere bei Pendlerwegen bietet sich die Bildung von Fahrgemeinschaften an; hierfür bürgert sich der Begriff Ridesharing zunehmend ein. Das Matching von Fahrtangeboten und -gesuchen erfolgt häufig webbasiert. Ein anderer geeigneter Einsatzbereich sind Fahrten zu Bahnhöfen. Im Rahmen eines betrieblichen oder kommunalen Mobilitätsmanagements können entsprechende Systeme eingerichtet und beworben werden. Das gilt auch für die gemeinsame Nutzung eines bedarfsorientierten öffentlichen Verkehrssystems, etwa eines Sammeltaxis. Dadurch können ebenfalls doppelte Fahrten und Kosten eingespart werden. In der langfristigen Perspektive kann Ridesharing in Kombination mit automatisiertem Fahren ein wichtiger Bestandteil der Mobilität werden.

12.4.7 Eco-Driving

Die Art, wie ein Pkw genutzt wird, hat großen Einfluss auf den Energieverbrauch. Das gilt für E-Pkw und konventionelle Pkw gleichermaßen – und beeinflusst so Verbrauch, Kosten und Umwelteffekte. Obwohl bei E-Pkw der Fahrzeugverbrauch geringer ist, bieten sich hier Eco-Driving-Kurse besonders an, da die bewusste Nutzung der Bremsenergieerückgewinnung (Rekuperation) einen großen Hebel für die Verbrauchsreduktion hat und so die effektive Reichweite deutlich steigen kann.

Die Ergebnisse der klimaaktiv mobil Spritspartrainings zeigen, dass durch einfache Maßnahmen der Kraftstoffverbrauch durch Eco-Driving-Kurse nachhaltig um 10–15 % für Pkw und 5–10 % für Lkw und Busse reduziert werden kann. Eine spritsparende Fahrweise trägt auch zur Verkehrssicherheit bei, vermindert die Kosten für Kraftstoffe und Wartung sowie reduziert Lärm und Schadstoffemissionen. Im Rahmen eines meist eintägigen Kurses werden Personen, darunter viele Berufsfahrer*innen, in spritsparender Fahrweise geschult. Die Spritsparinitiative von klimaaktiv mobil bietet alle Infos zum Spritsparen.

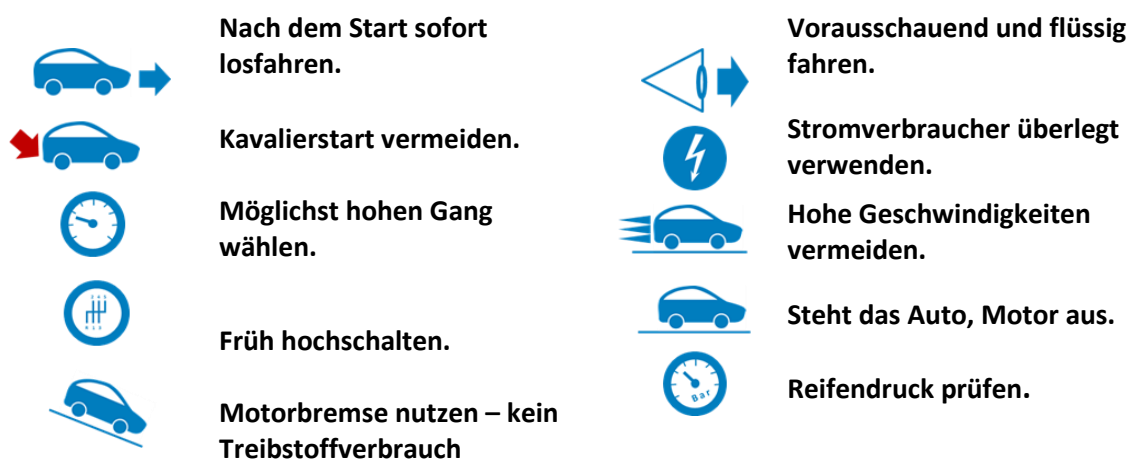


Abbildung 38: Spritspartipps (Quelle: klimaaktiv mobil, Darstellung: Österreichische Energieagentur)

12.4.8 Aktive Mobilität: Zufußgehen und Radfahren

Für Jugendliche ist das Fahrrad das wichtigste Verkehrsmittel. Es ermöglicht selbstbestimmte Mobilität, ist kostengünstig und schnell. Das gilt für Wege bis zu einer Länge von fünf Kilometern auch für ältere Personen, trotzdem dominiert auch bei diesen kurzen Wegen der Pkw. Dabei sind die Vorteile aktiver Mobilität – des Zufußgehens und des Fahrradfahrens – umfassend belegt. Dazu zählen gesundheitliche Vorteile, der Abbau von

Stress, die Verbesserung des psychischen Wohlbefindens, finanzielle Vorteile sowie auf gesellschaftlicher Ebene ein geringer Flächenverbrauch und keine negativen Umweltauswirkungen.

Umfassende Studien kommen übereinstimmend zum Ergebnis, dass eine hochwertige und sichere Radinfrastruktur der wichtigste Faktor ist und somit auch die entscheidende Barriere für die Nutzung des Fahrrads sein kann. Wichtig ist ein dichtes, sicheres und ganzjährig benutzbares Netz an komfortablen Radwegen hinsichtlich Breite, Steigung, Oberflächenbeschaffenheit und Routen- und Linienführung sowie überdachte, nutzungsfreundliche Abstellanlagen an relevanten Orten wie Geschäften, Bahnhöfen oder Schulen. Im betrieblichen Kontext sind Umkleidemöglichkeiten und Duschen wichtig. Wo in Österreich der Radverkehr konsequent gefördert wurde, konnten Radverkehrsanteile von 10–20 % erreicht werden: Vorarlberg und Städte wie Baden, Graz oder Salzburg und Gemeinden wie Langenlois machen es vor.

Eine interessante Innovation im betrieblichen Bereich etwa sind Jobräder, die vom Unternehmen den Mitarbeiter*innen zur Verfügung gestellt werden. Die konkreten Nutzungsbedingungen etwa hinsichtlich der Kostenaufteilung ist individuell zu regeln. Bei Kindern und Jugendlichen hingegen ist es wichtig, sie über Sicherheitskurse und gemeinsame Aktivitäten für aktive Mobilität zu befähigen und zu begeistern. Ein einfach nachzuahmendes Beispiel sind Pedibusse, bei denen Kinder gemeinsam als „Fußgänger-Bus“ zur Schule oder zum Kindergarten gehen. Zunehmend werden bei Heranwachsenden Gamification-Elemente, also spielerische Aktionen meist unter Nutzung des Smartphones, eingesetzt. Fahrradkurse können aber durchaus für alle Altersgruppen eine sinnvolle Option sein – gerade für Personen, die lange nicht mehr Fahrrad gefahren sind.

12.4.9 Bewusstseins- und Verhaltenswandel

Mobilitätsverhalten besteht zu einem großen Ausmaß aus Routinen. Die meisten Menschen sind mit ihrem Mobilitätsverhalten zufrieden und wollen es nicht ändern oder meinen, es nicht ändern zu können. Ein gewisser Personenkreis ist aber änderungswillig, häufig fehlen aber Informationen oder ein letzter Anstoß. Hierbei lässt sich zeigen, dass Veränderungen einem stufenförmigen Prozess folgen. Zu Beginn steht eine Mobilitätsroutine. Durch einen äußeren oder inneren Impuls (ein Gespräch im Freundeskreis, einen Zeitungsbericht oder eine Werbeanzeige) bildet sich eine diffuse Änderungsabsicht. In einem nächsten Schritt werden Informationen gesammelt, etwa über ÖV-Verbindungen und benötigte Tickets oder ein Sharingsystem. Darauf folgt ein erstes Ausprobieren. Ist die Nutzungserfahrung positiv, kann sich eine neue, umweltfreundlichere Mobilitätsalternative herausbilden.

Für Mobilitätsmanagementprozesse ist es wichtig, die jeweils spezifischen Informationsbedürfnisse und Handlungsoptionen auf den einzelnen Stufen zu beachten. Eine Änderungsbereitschaft kann durch klassische Marketingaktivitäten geweckt werden. Erfahrungsberichte von Personen mit einem gleichen Erfahrungshorizont wie Mitschüler*innen, Kolleg*innen oder Bewohner*innen der gleichen Gemeinde können sehr überzeugend sein. Insbesondere ist auch die Direktansprache von potenziellen Zielpersonen, etwa vor einem großen Parkhaus oder auf einem Supermarktparkplatz, erfolgsversprechend. Zur Informationsvermittlung bietet sich eine Homepage, je nach Ressourcen aber auch eine individuelle Beratung oder eine umfassende App an. Testaktivitäten wie E-Mobilitätstage, ÖV-Testtickets oder gemeinschaftliche Aktivitäten wie „Österreich Radelt“ ermöglichen eigene Erfahrungen oder motivieren zur Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel.

Studienergebnisse deuten darauf hin, dass bestimmte Situationen – die sogenannten biografischen Umbruchsituationen – ein guter Anlass für eine Änderung des Mobilitätsverhaltens sein können. Zu diesen Umbruchsituationen gehören der Wechsel des Arbeitsplatzes, eine Übersiedelung sowie die Geburt eines Kindes. Diese Situationen bedeuten, dass etablierte Wegemuster und Routinen obsolet werden, während oft noch

Informationen zu den Mobilitätsoptionen auf den neuen Wegen fehlen. Hier können personalisierte Informationen und Testtickets eine große Wirkung entfalten. Beispiele sind Mobilitätsmappen für Neubürger*innen oder neue Mitarbeiter*innen eines Unternehmens.

Mehr zum Thema

Statistik Austria (2020): Gesamtenergiebilanz Österreich 1970 bis 2019

[https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html]

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (Hrsg.) (2016): Österreich unterwegs 2013/2014.

Ergebnisbericht zur österreichweiten Mobilitätserhebung „Österreich unterwegs 2013/2014“

[https://www.bmk.gv.at/themen/verkehrsplanung/statistik/oesterreich_unterwegs/berichte.html]

Statistik Austria (2021): Fahrzeugbestand nach Kraftfahrzeugarten

[https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html]

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): Statusbericht zu den CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2018

[https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/luft/luft/co2_monitoring/pkw.html]

Statistik Austria (2018): Konsumerhebung privater Haushalte

[http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/soziales/verbrauchsangaben/index.html]

Umweltbundesamt (2020): Klimaschutzbericht 2020

[https://www.umweltbundesamt.at/studien-reports/publikationsdetail?pub_id=2340&cHash=04535f1c207c6ac8814ee0edb3809750]

Statistik Austria (2020): Konsumausgaben der privaten Haushalte nach dem Verwendungszweck

[http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohlstand_und_fortschritt/wie_gehts_oesterreich/materieller_wohlstand/04/019717.html]

Umweltbundesamt (2020): Entwicklung des jährlichen Bodenverbrauchs in Österreich

[https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/boden/bodenverbrauch_oesterr_2019.pdf]

Umweltbundesamt (2020): Flächeninanspruchnahme 2019

[https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/boden/flaechenverbrauch_2019.pdf]

WHO: Economic cost of transport-related health effects

[<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Transport-and-health/data-and-statistics/economic-cost-of-transport-related-health-effects2>]

Fonds Gesundes Österreich (2017): Bewegung

[<https://fgoe.org/bewegungsbroschuere>]

Ziele: „sozial – sicher – umweltfreundlich – effizient“ aus Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2012): Gesamtverkehrsplan für Österreich

[https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:dfd82842-234b-41c7-a267-0dc7ac76eb6b/gvp_gesamt.pdf]

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2018): #mission2030. Die österreichische Klima- und Energiestrategie

[https://www.bundestkanzleramt.gv.at/dam/jcr:903d5cf5-c3ac-47b6-871c-c83eae34b273/20_18_beilagen_nb.pdf]

Europäische Kommission (2011): Weißbuch zum Verkehr: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem

[https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_de.pdf]

Bundeskanzleramt Österreich (2020): Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024

[<https://www.bundeskanzleramt.gv.at/bundeskanzleramt/die-bundesregierung/regierungsdokumente.html>]

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich 2021–2030

[https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html]

VCÖ 2018

[<https://faktencheck-energiewende.at/faktencheck/e-mobilitaet/>]

klimaaktiv mobil 2021

[<https://www.klimaaktiv.at/mobilitaet/ecodriving/folder.html>]

13. Biodiversität und Landnutzung

13.1 Notwendigkeit von Biodiversität für den Menschen

Als Biodiversität wird die biologische Vielfalt der lebenden Organismen und der Ökosysteme bezeichnet. Die biologische Vielfalt spaltet sich in drei Ebenen auf: die genetische Bandbreite der Arten, die Vielfalt der Arten und die Vielfalt an Lebensgemeinschaften von Arten bzw. deren Wechselwirkung. Die Arten und Ökosysteme auf der Erde haben sich über Millionen von Jahren ausgebildet und sind perfekt aufeinander abgestimmt. Das Aussterben von Arten und Ökosystemen hinterlässt eine Informationslücke, ein wichtiger Teil fehlt. Die Biodiversitätsforschung steht erst am Anfang und die Funktion eines jeden einzelnen Teils der Umwelt ist nicht immer im Detail erforscht, klar ist jedoch, dass mit einer Abnahme der Artenvielfalt diese vom Aussterben bedroht sind und die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) abnimmt.

Die Tropen beherbergen einen großen Teil der Arten weltweit. Aus diesem Grund ist die Abholzung von Regenwald in mehrfacher Hinsicht für die dort lebenden Menschen und global gesehen fatal. Auch die Bedeutung von Schlüsselarten wie beispielsweise der Biene sollte nicht unterschätzt werden. Die Bestäubung durch die Biene ist für viele Pflanzen elementar (vgl. Umweltdachverband).

Der Mensch ist abhängig von funktionierenden Ökosystemen, produzieren sie doch Trinkwasser, Nahrung, Energieträger (z. B. Holz) und auch medizinische Wirkstoffe. Intakte Ökosysteme haben weitreichenden Nutzen: Sie schützen vor Überschwemmungen, weil sie Wasser speichern; sie schützen vor Bodenerosion und Wüstenbildung; sie speichern Kohlendioxid (z. B. in Permafrost oder Mooren) und reinigen die Luft durch Photosynthese; sie produzieren fruchtbaren Boden und können auf natürliche Weise Schädlinge bekämpfen. Der Mensch ist somit umfassend von funktionierenden Ökosystemen und einer hohen biologischen Vielfalt abhängig.

Laut Living Planet Report ist es im Zeitraum von 1970 bis 2016 zu einem durchschnittlichen Rückgang von knapp 70 % der erfassten Bestände an Säugetieren, Vögeln, Amphibien, Reptilien und Fischen gekommen. Die Ökosysteme Gewässer und Feuchtgebiete haben im selben Zeitraum um ca. 80 % abgenommen (vgl. Living Planet Report 2020).

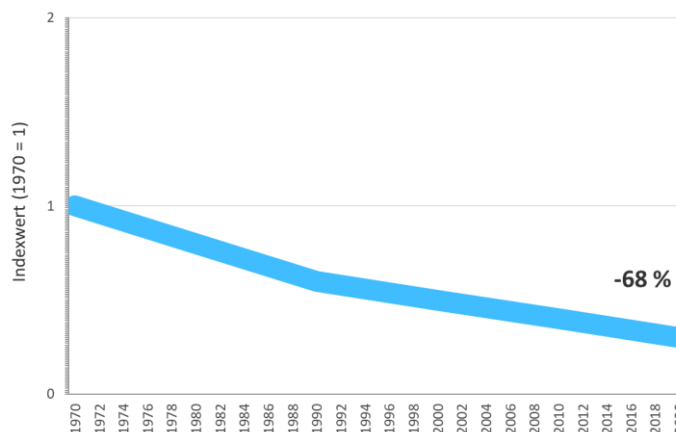


Abbildung 39: Durchschnittlicher Rückgang erfasster Bestände an Säugetieren, Vögeln, Amphibien, Reptilien und Fischen 1970–2016 (Quelle: Living Planet Index 2020; Darstellung: Österreichische Energieagentur)

Menschliche Aktivitäten bedingen in vielfacher Art und Weise die Nutzung von Land. Wirtschaftliche Aktivitäten, Nahrungsmittelproduktion, Mobilitäts- und Wohnbedürfnisse verursachen die Inanspruchnahme von Flächen und stören oder zerstören im schlimmsten Fall das vorherrschende Ökosystem.

Die Gründe für das Artensterben und den Verlust an Ökosystemen sind demnach vielfältig:

- Verlust von Ökosystemen durch z. B. Versiegelung, industrielle Landnutzung und Rodung
- Zerschneidung von Ökosystemen durch Zersiedelung und Straßen
- Umweltverschmutzung und Düngemittel
- Temperaturanstieg und die dadurch bedingte Klimakrise

Einerseits werden Ökosysteme stark gestresst durch Störfaktoren wie die globale Klimakrise und den Temperaturanstieg, durch Umweltverschmutzung und großflächigen Eintrag von Düngemitteln in den Boden sowie durch die Ausbreitung von gebietsfremden Arten und ein Verdrängen der heimischen Arten. Vom Menschen genutzte Kulturlandschaften (z. B. bewirtschaftete Wälder und Felder) weisen in den meisten Fällen eine sehr schlechte Biodiversität auf. Heimische Arten und Ökosysteme finden immer weniger Rückzugsmöglichkeit und Lebensraum.

Andererseits verschwinden Ökosysteme durch viele menschliche Aktivitäten vollkommen. Durch die Versiegelung von Boden für Wohnbau, Gewerbefläche und Straßenbau ist der darunterliegende Boden de facto tot. Ökologische Prozesse können nicht mehr ablaufen und diese Flächen weisen i. d. R. selbst nach Renaturierung eine sehr niedrige Qualität auf. Dem Österreichischen Umweltbundesamt zufolge beträgt der jährliche Zuwachs des Bodenverbrauchs in Österreich im Jahr 2019 44 km², der im Regierungsprogramm verankerte Maximalzielwert von 9 km² wird somit um knapp das Fünffache überschritten.

Weiterführende Informationen zur Landnutzung für Wohnzwecke und Mobilitätsbedürfnisse sind in Kapitel 11.3.2 Effizientes Bauen und Sanieren (Bauwerksbegrünung) und Kapitel 12.2.3 Motorisierter Individualverkehr braucht Platz zu finden.

13.2 Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität

Klimaschutzmaßnahmen sind ebenso Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität. Die Klimakrise bedeutet für viele Arten und Ökosysteme Stress bis hin zu einem Aussterben. Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität sind jedoch vielfältiger, teilweise kleinräumiger und abgekoppelt von der Maßzahl Treibhausgasemissionen. Kurz gesagt führt eine globale Reduktion der Treibhausgasemissionen nicht zwangsläufig zu einem Schutz der Biodiversität.

Die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 soll in Europa eine Erholung der ökologischen Vielfalt bringen. Die Schlüsselemente der Strategie beinhaltet die Ausweitung von ausgewiesene Schutzzonen auf Wasser und Land, die Stärkung der Biolandwirtschaft und biodiversitätsreicher Landschaftselemente auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, Reduktion des Einsatzes von Pestiziden, insbesondere den Schutz von Bestäubern, die Rückführung von Fließgewässern in einen naturnahen Zustand und die Anpflanzung von Bäumen. Für die Umsetzung will die Europäische Union 20 Mrd. Euro an öffentlichen und privaten Geldern aktivieren und somit eine globale Vorreiterrolle zum Schutz der Biodiversität einnehmen.

Dem Österreichischen Biodiversitätsrat zufolge lassen sich einzelne Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität in Österreich erkennen, wie beispielsweise das Kapitel „Artenvielfalt“ im Regierungsprogramm 2020–2024, die ökosoziale Steuerreform oder die Einrichtung eines Biodiversitätsfonds im Jahr 2020. Insbesondere die industrielle Landwirtschaft und der Flächenverbrauch verursachen in Österreich gemeinsam mit dem durch

Treibhausgasemissionen bedingten Temperaturanstieg jedoch einen rasanten Verlust an Biodiversität und bleiben bisher unadressiert.

Mehr zum Thema

Umweltdachverband: Biodiversität

[\[https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/\]](https://www.umweltdachverband.at/themen/naturschutz/biodiversitaet/)

Umweltdachverband: Biodiversität erlebbar machen

[\[https://www.umweltdachverband.at/assets/Umweltdachverband/Publikationen/Eigene-Publikationen/Biodiversitaet-erlebbar-machen-2.Auflage-web.pdf\]](https://www.umweltdachverband.at/assets/Umweltdachverband/Publikationen/Eigene-Publikationen/Biodiversitaet-erlebbar-machen-2.Auflage-web.pdf)

Biodiversitätsatlas Österreich

[\[https://www.biodiversityaustria.at/atlas/\]](https://www.biodiversityaustria.at/atlas/)

Living Planet Index: Living Planet Report 2020

[\[https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf\]](https://f.hubspotusercontent20.net/hubfs/4783129/LPR/PDFs/ENGLISH-FULL.pdf)

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES): Report on Biodiversity and Pandemics

[\[https://ipbes.net/sites/default/files/2020-12/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and%20Pandemics%20Report_0.pdf\]](https://ipbes.net/sites/default/files/2020-12/IPBES%20Workshop%20on%20Biodiversity%20and%20Pandemics%20Report_0.pdf)

Europäische Union: Biodiversitätsstrategie 2030

[\[https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/eu-biodiversity-strategy-2030_de#schlsselelemente-der-biodiversittsstrategie\]](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/eu-biodiversity-strategy-2030_de#schlsselelemente-der-biodiversittsstrategie)

Österreichische Raumordnungskonferenz ÖROK: Bodenversiegelung in Österreich

[\[https://www.oerok-atlas.at/#indicator/61\]](https://www.oerok-atlas.at/#indicator/61)

Umweltbundesamt: Entwicklung des jährlichen Bodenverbrauchs

[\[https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/boden/bodenverbrauch_oesterr_2019.pdf\]](https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/boden/bodenverbrauch_oesterr_2019.pdf)

14. Annex

Primärenergie	Primärenergie ist der Energieinhalt von Energieträgern wie Sonne, Holz, Wind, Steinkohle oder Uran in ihrer Ursprungsform, welche direkt in der Natur vorkommen.
Bruttoinlandsverbrauch	Der Bruttoinlandsverbrauch gibt die im Inland verfügbare Energiemenge an. (Inländisch erzeugte Primärenergie + Importe + Lager – Exporte = Bruttoinlandsverbrauch)
Endenergie	Oft müssen Energieträger für ihre Nutzung nochmals in Endenergie umgewandelt werden (Wind in Strom oder Erdöl in Benzin). (Primärenergie – Umwandlungsverluste = Endenergie)
Bruttostromerzeugung	Die Bruttostromerzeugung beinhaltet den gesamten in einer Region erzeugten Strom. Exporte und Importe werden dabei nicht beachtet.

Förderungen für Klimaschutzmaßnahmen

Die nachfolgenden Links geben einen umfassenden Überblick über Förderungen im Bereich erneuerbare Energieträger und Energieeffizienz, die sowohl auf Bundes- als auch Länderebene für unterschiedliche Zielgruppen (z. B. Gemeinden, KMUs, Bildungseinrichtungen, Privatpersonen etc.) angeboten werden.

- Förderungen in Österreich: <https://www.energyagency.at/foerderungen.html>
- Förderungen des Klima- und Energiefonds: <https://www.klimafonds.gv.at/ausschreibungen/>
- Förderthemen und Förderprogramme der KPC: <https://www.umweltfoerderung.at/alle-foerderungen.html>
- Betriebliche Umweltförderung in den Bundesländern: https://www.wko.at/service/umwelt-energie/Betriebliche_Umweltfoerderung_in_den_Bundeslaendern.html
- Förderungen im Sinne des Klimaschutzes: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/Seite.1000400.html
- Förderungen des BMK: <https://www.bmk.gv.at/service/foerderungen/themenspezifisch.html>
- klimaaktiv Förderungen: <https://www.klimaaktiv.at/foerderungen.html>
- Förderung Energiemanagement in KMU: <https://www.klimaaktiv.at/unternehmen/energiemanagement/foerderung-energiemanagement.html>
- Förderungen für Solarwärme privat: <https://www.solarwaerme.at/foerderuebersicht-privat/> bzw. für Betriebe: <https://www.solarwaerme.at/foerderuebersicht-betrieblich/>
- Allgemeine Informationen zur Förderung von Ökostromanlagen: <https://www.oem-ag.at/de/foerderung/>
- Förderungen Burgenland: <https://www.burgenland.at/foerderungen/>
- Förderungen Kärnten: <https://www.ktn.gv.at/Themen-AZ/Uebersicht?thema=1&subthema=17>
- Förderungen Niederösterreich: <https://www.noel.gv.at/noe/Foerderungen-alle.html>
- Förderungen Oberösterreich: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/foerderungen.htm>

- Förderungen Salzburg: https://www.salzburg.gv.at/themen/energie/energie_foerderung
- Förderungen Steiermark: <https://www.technik.steiermark.at/cms/ziel/151226713/DE/>
- Förderungen Tirol: <https://www.tirol.gv.at/buergerservice/foerderungen/>
- Förderungen Vorarlberg: <https://vorarlberg.at/web/land-vorarlberg/themen?categoryIds=68608>
- Förderungen Wien: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/foerderungen/>

