

Klimaschutzbericht 2021



KLIMASCHUTZBERICHT 2021

REPORT
REP-0776

WIEN 2021

Projektleitung Andreas Zechmeister

AutorInnen Michael Anderl, Andreas Bartel, Konstantin Geiger, Bernd Gugele, Michael Gössl, Simone Haider, Holger Heinfellner, Christian Heller, Traute Köther, Thomas Kruzler, Verena Kuschel, Christoph Lampert, Henrik Neier, Katja Pazdernik, Daniela Perl, Stephan Poupa, Andrea Prutsch, Maria Purzner, Elisabeth Rigler, Wolfgang Schieder, Carmen Schmid, Günther Schmidt, Barbara Schodl, Alexander Storch, Gudrun Stranner, Bettina Schwarzl, Elisabeth Schwaiger, Johanna Vogel, Peter Weiss, Herbert Wiesenberger, Manuela Wieser und Andreas Zechmeister

Lektorat Ira Mollay

Satz/Layout Thomas Lössl

Umschlagfoto © Piotr Górny, WaterPIX – EEA

Auftraggeber Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

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

Impressum

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

Diese Publikation erscheint ausschließlich in elektronischer Form auf <https://www.umweltbundesamt.at/>.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2021

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-599-2

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	13
1 KLIMAKRISE UND IHRE BEWÄLTIGUNG	20
1.1 Wissenschaftliche Basis	20
1.2 Auswirkungen für Österreich	25
1.3 Stand der internationalen Klimaverhandlungen (UNFCCC)	28
1.4 Klimaneutral bis 2050 in der Europäischen Union	32
1.4.1 EU Klima- und Energiepaket 2020	35
1.4.2 EU-Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030.....	42
1.5 Klimaneutralität bis 2040 in Österreich	48
1.5.1 Klimaschutzgesetz	48
1.5.2 Nationaler Energie- und Klimaplan 2021–2030 (NEKP)	51
1.5.3 Nationale Langfriststrategie 2050	53
1.5.4 Nationale Szenarien bis 2050.....	54
1.5.5 Wissenschaftliche Ableitung eines nationalen Treibhausgas-Budgets .	58
1.5.6 Wirtschaftliche Aspekte des Klimaschutzes	59
2 STATUS DER ÖSTERREICHISCHEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN	67
2.1 Anteil und Trend der Sektoren	69
2.2 Abweichung von Höchstmengen gemäß EU ESD und nationalem Klimaschutzgesetz	70
2.3 Anteile der Treibhausgase	73
2.4 Wirtschaftliche Einflussfaktoren auf den Trend der Treibhausgas-Emissionen	76
2.5 Emissionen auf Bundesländerebene	79
2.5.1 Sektor Energie und Industrie	80
2.5.2 Sektor Verkehr	82
2.5.3 Sektor Gebäude	82
2.5.4 Sektor Landwirtschaft	84
2.5.5 Sektor Abfallwirtschaft.....	84
2.5.6 Sektor F-Gase	86
2.6 Österreich im europäischen und globalen Vergleich	87
2.6.1 EU-Vergleich	87
2.6.2 Globaler Vergleich	90
3 SEKTORALE TRENDEVALUIERUNG	93
3.1 Sektor Energie und Industrie	94

3.1.1	Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion.....	96
3.1.2	Raffinerie	105
3.1.3	Eisen- und Stahlproduktion.....	106
3.1.4	Sonstige Industrie ohne Eisen- und Stahlproduktion	108
3.1.5	Mineralverarbeitende Industrie.....	112
3.1.6	Chemische Industrie	113
3.1.7	Sonstige Emissionsquellen.....	114
3.1.8	Vergleich Emissionshandels- und Nicht-Emissionshandels-Bereich ...	116
3.2	Sektor Verkehr	122
3.2.1	Straßenverkehr	128
3.2.2	Flugverkehr.....	141
3.3	Sektor Gebäude	144
3.3.1	Privathaushalte.....	154
3.4	Sektor Landwirtschaft	164
3.4.1	Verdauung (Fermentation) in Rindermägen	165
3.4.2	Düngung landwirtschaftlicher Böden	168
3.4.3	Wirtschaftsdünger-Management	169
3.4.4	Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft.....	170
3.4.5	Konsum landwirtschaftlicher Produkte	171
3.5	Sektor Abfallwirtschaft	174
3.5.1	Deponien	176
3.5.2	Aerobe und anaerobe biologische Abfallbehandlung	181
3.5.3	Abfallverbrennung.....	183
3.5.4	Abwasserbehandlung und -entsorgung	184
3.6	Sektor Fluorierte Gase	186
3.7	Sektor LULUCF	190
3.7.1	Landnutzung in Österreich.....	192
3.7.2	Wald.....	193
3.7.3	Holzprodukte	194
3.7.4	Ackerland, Grünland und Siedlungsraum	195
4	LITERATURVERZEICHNIS	198
	ANHANG 1 – ERSTELLUNG DER INVENTUR	220
	ANHANG 2 – METHODE DER KOMPONENTENZERLEGUNG	225
	ANHANG 3 – SEKTORDEFINITION NACH KLIMASCHUTZGESETZ (KSG)	228
	ANHANG 4 – TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN 1990–2019	229

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund

- Temperaturanstieg begrenzen** Mit dem Pariser Klima-Übereinkommen haben sich 197 Vertragsparteien auf gemeinsame Ziele gegen den Klimawandel geeinigt: Der Anstieg der durchschnittlichen Temperatur soll deutlich unter 2 °C über dem vorindustriellen Niveau gehalten werden und darüber hinaus sollen Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen.
- Klimawandel insbesondere durch Nutzung fossiler Brennstoffe** Verursacht wird der Temperaturanstieg und Klimawandel durch den Ausstoß von Treibhausgasen. Wichtigste Quelle von Treibhausgas-Emissionen ist sowohl global als auch in Europa die Nutzung fossiler Energieträger. Natürliche Ursachen können für den Temperaturanstieg in den vergangenen Dekaden nahezu gänzlich ausgeschlossen werden. Die Änderungen im globalen Klimasystem verlaufen oft nichtlinear, es gibt Kipppunkte, bei deren Überschreitung gravierende irreversible Änderungen auftreten. Dies betrifft etwa das Abschmelzen des Grönland-Eisschildes, was langfristig (mehrere hundert Jahre) einen globalen Anstieg des Meeresspiegels um etwa 7 Meter zur Folge hätte. Bei einem Temperaturanstieg im globalen Mittel um 2 °C sind bereits irreversible Auswirkungen zu erwarten und die Überschreitung von unterschiedlichen Kipppunkten wahrscheinlich.
- Temperaturanstieg global ...** Bereits heute liegt die mittlere globale Temperatur um rund 1,2 °C über dem vorindustriellen Niveau und die Jahre 2014–2020 waren die wärmsten der bisherigen Messgeschichte.
- ... und in Österreich** In Österreich war der Temperaturanstieg in der Vergangenheit mehr als doppelt so hoch wie im globalen Mittel. Abgesehen von 1994 reihen sich die 15 wärmsten Jahre seit Messbeginn nach dem Jahr 2000 ein. Das Jahr 2020 war das bisher fünftwärmste Jahr in der 253-jährigen Messgeschichte.
- Folgen der Klimakrise** Berechnungsergebnisse von Klimamodellen zeigen, dass sich Österreich bzw. der Alpenraum auch in Zukunft stärker als das globale Mittel erwärmen wird. Der Anstieg der Temperatur bedingt eine Zunahme von Trockenheit und Hitzeperioden, unter denen Vegetation, Tierwelt und Menschen leiden. Durch die Klimaerwärmung wird das Vorkommen von subtropischen und tropischen Stechmücken als Überträger von Krankheiten sowie die Ausbreitung von Pflanzen wie der hoch allergenen *Ambrosia artemisiifolia* und weiterer allergener Arten verstärkt. Die Waldbrandgefahr nimmt zu und wärmeliebende Schädlinge, wie Borkenkäfer, werden vermehrt auftreten. Ferner wird es häufiger zu extremen Wetterereignissen sowie in deren Folge zu Rutschungen, Muren und Steinschlag kommen. Aufgrund der besonderen Sensibilität der (alpinen) Naturräume, aber auch der technischen Eingriffe in die natürliche Umgebung, werden selbst bei Erfolg der globalen Klimaschutzmaßnahmen weitgehende Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel unumgänglich sein.
- Ökonomische Folgen des Klimawandels betreffen alle Sektoren, u. a. den Tourismus, die Land-, Forst- und Energiewirtschaft und das Gesundheitswesen. Dar-

über hinaus wird der Migrationsdruck in zahlreichen Regionen der Erde, die besonders stark vom Klimawandel betroffen sind, deutlich zunehmen, da viele der betroffenen Länder zudem über eine begrenzte Anpassungskapazität verfügen.

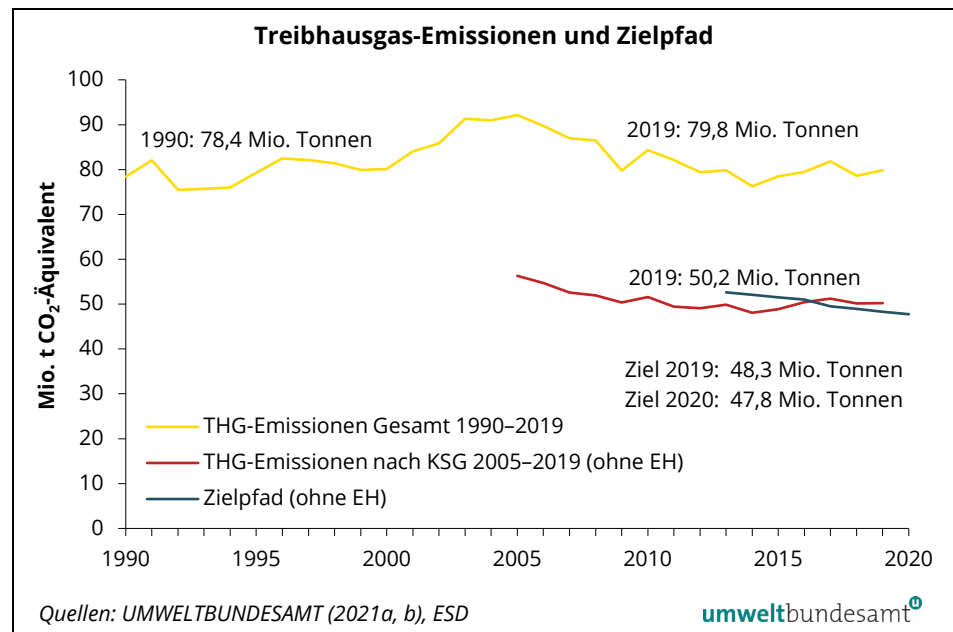
Treibhausgas-Emissionen in Österreich 2019

Treibhausgas-Emissionen wieder gestiegen

Im Jahr 2019 betragen die Treibhausgas-Emissionen Österreichs 79,8 Mio. Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (CO₂-Äquivalent). Sie lagen damit um 1,5 % bzw. 1,2 Mio. Tonnen über den Emissionen des Jahres 2018 und um 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 1,8 % über dem Wert von 1990. In Österreich konnte somit gegenüber 1990 keine Emissionsreduktion realisiert werden, wenngleich nach 2005 (bis etwa 2015) ein Abwärtstrend zu registrieren war.

Verantwortlich für die Emissionszunahme im Jahr 2019 waren der Anstieg in der Stahlproduktion (nach dem Wartungsstillstand eines Hochofens im Jahr 2018), eine vermehrte Stromproduktion in kalorischen Kraftwerken (Erdgas) und ein vor allem witterungsbedingter Anstieg im Sektor Gebäude. Aufgrund des vermehrten Kraftstoffabsatzes sind auch die Emissionen im Sektor Verkehr angestiegen.

Abbildung A:
Verlauf der österreichischen Treibhausgas-Emissionen 1990–2019 und Zielpfad 2013–2020. (EH: Emissionshandel)



Klimapolitische Zielsetzungen bis 2020

Seit dem Jahr 2013 gibt es Zielvorgaben für Emissionen innerhalb des Emissionshandels (gesamteuropäisches Ziel bis 2020 von – 21 % gegenüber 2005) und Zielvorgaben für Emissionen außerhalb des Emissionshandelssystems. Für die Nicht-Emissionshandels-Sektoren wurden nationale Ziele je Mitgliedstaat im Rahmen der Europäischen Entscheidung zur Verteilung von Anstrengungen zwischen den Mitgliedstaaten (ESD; Effort-Sharing Decision) festgelegt. Für Österreich ist bis 2020 eine Emissionsminderung von 16 % – bezogen auf das

Effort-Sharing Entscheidung: – 16 % bis 2020

Jahr 2005 – vorgesehen. Zudem wurde ein rechtlich verbindlicher Zielpfad für die Jahre ab 2013 festgelegt.

**Emissionen 2019
weiterhin über dem
Zielpfad**

Die Zielvorgaben der Effort-Sharing Entscheidung für Österreich sind grundsätzlich auch im Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.g.F.) verankert. In den Bereichen, die nicht dem Europäischen Emissionshandel (EH) unterliegen, wurden im Jahr 2019 rund 50,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert. Mit dieser Menge wurde die im Rahmen der Effort-Sharing Entscheidung festgelegte nationale Emissionshöchstmenge von 48,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent für 2019 um 1,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent überschritten. Auch im Jahr 2019 lagen die Emissionen 1,9 Mio. Tonnen über den rechtlich verbindlichen Höchstmengen. In den Jahren 2013–2016 zeigte die Treibhausgas-Inventur allerdings niedrigere Emissionen als die jährlichen Höchstmengen. Dieses Guthaben kann gemäß rechtlichen Bestimmungen für die Zielerreichung in der gesamten Periode 2013–2020 eingerechnet werden („Banking“). Im Jahr 2020 ist zudem aufgrund des wirtschaftlichen Abschwungs, ausgelöst durch die COVID-19-Krise, mit deutlich niedrigeren Treibhausgas-Emissionen zu rechnen, wodurch die Zielvorgaben über die gesamte Verpflichtungsperiode 2013–2020 aller Voraussicht nach eingehalten werden können.

**Ziele Erneuerbare und
Energieeffizienz 2020**

Mit dem Klima- und Energiepaket 2007 hat sich die EU auch das rechtlich verbindliche Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 den Anteil der erneuerbaren Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch in der EU auf 20 % zu steigern. Für Österreich gilt hierbei ein Ziel von 34 %, 2019 wurden 33,6 % erreicht. Im Sinne der Verbesserung der Energieeffizienz ist eine Reduktion des Bruttoendenergieverbrauchs EU-weit um 20 % bis 2020 (gegenüber einem Referenzszenario) vorgesehen. Für Österreich ist laut Energieeffizienzgesetz (EEffG; BGBl. I Nr. 72/2014) eine Stabilisierung des energetischen Endverbrauchs auf 1.050 PJ vorgesehen, dieser lag 2019 bei 1.139 PJ. Für 2020 wird auf Basis vorläufiger Daten ein coronabedingter Rückgang auf etwa 1.055 PJ erwartet.

Entwicklung der Emissionen nach Sektoren

Hauptverursacher

Die wichtigsten Verursacher von Treibhausgas-Emissionen (inkl. Emissionshandel, EH) waren im Jahr 2019 die Sektoren Energie und Industrie (43,8 %), Verkehr (30,1 %), Landwirtschaft (10,2 %) sowie Gebäude (10,2 %). Anlagen des Sektors Energie und Industrie sind zu einem hohen Anteil (2019: 84,5 %) vom EU-Emissionshandel umfasst. Gemessen an den nationalen Gesamtemissionen hatte der Emissionshandelsbereich im Jahr 2019 einen Anteil von 37,0 %.

**Sektor Energie
und Industrie**

Die Gesamtemissionen des Sektors **Energie und Industrie (inkl. EH)** beliefen sich im Jahr 2019 auf 35,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Im Jahr 2019 wurden 29,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent durch den Emissionshandel abgedeckt.

Die Emissionen der öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerke (ausgenommen der Abfallverbrennungsanlagen) sind seit 1990 um 43,4 % auf 6,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2019 zurückgegangen. Hauptursachen für diese Abnahme waren der Ersatz von Kohle- und Ölkraftwerken durch effizientere Gaskraftwerke, eine erhöhte Produktion aus erneuerbaren Energieträgern und die vermehrte Deckung des Inlandsstrombedarfs durch Importe aus dem Ausland. Gegenüber

2018 haben die Treibhausgas-Emissionen der öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerke im Jahr 2019 um 3,2 % zugenommen, wobei die Stromerzeugung aus Gaskraftwerken gegenüber dem Vorjahr um 21 % höher ausfiel.

Die Industrie hatte im Jahr 2019 mit 24,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent den größten Anteil am Sektor Energie und Industrie, wobei die Emissionen aus diesem Bereich gegenüber 1990 um 3,1 Mio. Tonnen (14,3 %) zugenommen haben. Gegenüber dem Vorjahr sind die Emissionen um 0,9 Mio. Tonnen (3,7 %) gestiegen, was hauptsächlich auf die höhere Roheisenproduktion und höhere Emissionen aus der Ammoniakherstellung zurückzuführen ist.

Die Emissionen des Sektors **Energie und Industrie außerhalb des Emissionshandels** ergeben für das Jahr 2019 rund 5,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Die Emissionen liegen rund 1,2 Mio. Tonnen unter dem im Klimaschutzgesetz für das Jahr 2019 vorgegebenen Zielwert von 6,6 Mio. Tonnen, bzw. um 0,4 Mio. Tonnen unter dem Wert von 2005.

Sektor Verkehr

Der Sektor **Verkehr** wies im Jahr 2019 Treibhausgas-Emissionen im Ausmaß von rund 24 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf. Im Vergleich zu 2018 sind die Emissionen um 0,4 % (+ 0,10 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gestiegen. Die sektorale Höchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz wurde im Jahr 2019 mit rund 2,2 Mio. Tonnen das vierte Jahr in Folge überschritten.

Grund für diese Entwicklung ist der erneut gestiegene fossile Kraftstoffabsatz: Im Vergleich zu 2018 wurden um 0,8 % mehr Dieselmotorkraftstoffe abgesetzt (inkl. Beimengung von Biokomponenten), bei Benzin waren es um 0,5 % mehr.

Nach einer Phase sinkender Treibhausgas-Emissionen von 2005 bis 2012 sind die Verkehrsemissionen im Jahr 2019 nun bereits zum fünften Mal in Folge gestiegen.

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 6,19 % des verkauften fossilen Kraftstoffes durch Biokraftstoffe substituiert. Dieser Anteil liegt über dem in der Kraftstoffverordnung festgesetzten Substitutionsziel von 5,75 % (gemessen am Energieinhalt) des in Verkehr gebrachten fossilen Treibstoffes und in etwa auf dem Niveau der vorangegangenen Jahre. Der Höchstwert des Jahres 2015 von 8,9 % konnte nicht erreicht werden, da Biokraftstoffe hauptsächlich über die Beimischung zu fossilen Kraftstoffen vertrieben werden. Die weiterhin relativ geringe Absatzmenge an reinen Biokraftstoffen ist auf das niedrige Preisniveau fossiler Produkte zurückzuführen. Der Einsatz von Biokraftstoffen bewirkte im Jahr 2019 eine Emissionsminderung im Verkehrssektor von rund 1,56 Mio. Tonnen CO₂.

Sektor Gebäude

Der Sektor **Gebäude** wies im Jahr 2019 Treibhausgas-Emissionen in Höhe von 8,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf. Die Emissionen sind zwischen 1990 und 2019 um 4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (36,8 %) gesunken, wobei sich vor allem seit dem Jahr 2000 stärkere Reduktionen zeigen. Dies ist vor allem auf Maßnahmen im Bereich der thermischen Sanierung, auf den steigenden Anteil von erneuerbaren Energieträgern, die Erneuerung von Heizungsanlagen und den höheren Anteil von Fernwärme zurückzuführen. Dem entgegen stehen eine steigende Anzahl an Hauptwohnsitzen und die größere Wohnnutzfläche pro Wohnung.

In den letzten Jahren gab es jedoch abgesehen von den witterungsbedingten Schwankungen kaum Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in diesem Sektor. Gegenüber 2018 sind die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2019 witterungsbedingt um 0,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (3,0 %) angestiegen. Die Emissionen lagen 2019 um 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent unter dem sektoralen Ziel des Klimaschutzgesetzes.

Sektor Landwirtschaft Im Sektor **Landwirtschaft** lagen die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2019 mit rund 7,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent um etwa 0,2 Mio. Tonnen über der sektoralen Höchstmenge des Klimaschutzgesetzes. Obwohl sich die Maßnahmenprogramme nach Klimaschutzgesetz in Umsetzung befinden, ist der seit 1990 abnehmende Emissionstrend für den Zeitraum 2005–2019 kaum festzustellen. Dies ist in erster Linie auf die Stabilisierung des Viehbestandes zurückzuführen, nachdem dieser in den 1990er-Jahren deutlich zurückgegangen war.

Sektor Abfallwirtschaft Die Emissionen im Sektor **Abfallwirtschaft** wurden hauptsächlich von der Abfalldeponierung sowie der Abfallverbrennung (mit Energiegewinnung) bestimmt. Während bei der Deponierung insbesondere aufgrund des seit 2004 bzw. 2009 geltenden Ablagerungsverbots von unbehandelten Abfällen mit hohen organischen Anteilen ein deutlich abnehmender Trend verzeichnet wurde, stiegen die Emissionen aus den anderen Verwertungs- und Behandlungswegen, v. a. aus der Abfallverbrennung, an. Die Treibhausgas-Emissionen betragen im Jahr 2019 rund 2,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, somit wurde das sektorale Ziel um 0,5 Mio. Tonnen unterschritten.

Sektor Fluorierte Gase Die Emissionen des Sektors **Fluorierte Gase** beliefen sich im Jahr 2019 auf rund 2,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lagen um etwa 0,13 Mio. Tonnen über dem Ziel des Klimaschutzgesetzes. Die seit Jahren bestehenden Verbote und die Verknappung der Einsatzmengen an HFKWs wirken durch die Anwendung z. B. in langlebigen Gütern zeitverzögert. Von 2018 auf 2019 wurde die Trendwende geschafft und ein Rückgang auf Ebene der österreichischen F-Gas Emissionen ist nun sichtbar.

Klima- und Energiepolitik bis 2030 und 2050

2 °C-Ziel Für Industrieländer bedeutet die Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 °C, wie sie im Pariser Übereinkommen beschlossen wurde, einen weitgehenden Verzicht auf den Einsatz fossiler Energieträger – bzw. „Netto-Null-Emissionen“ zu erreichen – bis Mitte des Jahrhunderts. Mit den Reduktionsvorhaben, zu denen sich nahezu alle Staaten bei der 21. Vertragsstaatenkonferenz in Paris bekannten, würde der Temperaturanstieg bis 2100 mehr als 3,0 °C betragen. Es sind somit deutlich höhere Klimaschutz-Anstrengungen erforderlich als die derzeitigen Treibhausgas-Reduktionspläne der Staatengemeinschaft zeigen.

EU Ziele bis 2030 und 2050 Im EU-Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 aus dem Jahr 2014 wurde eine Emissionsreduktion um mindestens 40 % (im Vergleich zu 1990) vorgesehen, welche im Rahmen des Green Deals der EU mit dem EU-Klimagesetz

auf netto mindestens 55 % ausgeweitet wurde, um den Reduktionserfordernissen des Pariser Übereinkommens (Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 °C) zu entsprechen.

Darüber hinaus hat sich die Europäische Kommission für 2050 das Ziel gesetzt klimaneutral zu sein; dieses Ziel ist rechtlich verbindlich ebenfalls im EU-Klimagesetz verankert. Um nun diese ambitionierteren Ziele des Klimagesetzes zu erreichen, hat die Europäische Kommission im Juli 2021 das Gesetzgebungspaket „Fit for 55“ vorgelegt, welches die Anpassung einer Reihe bestehender rechtlicher Grundlagen (wie zum Beispiel die Effort-Sharing Verordnung, die Emissionshandels-Richtlinie und die Energieeffizienz-Richtlinie) umfasst.

***Effort-Sharing-
Verordnung für
Österreich:
– 36 % bis 2030***

Für Österreich sieht die derzeitige Effort-Sharing Verordnung bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgas-Emissionen (außerhalb des Emissionshandels) um 36 % gegenüber 2005 (EU weit – 30 %) vor. Bezogen auf 2019 bedeutet dies einen Reduktionsbedarf von rund 13,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 27 % in den Sektoren außerhalb des Emissionshandels. Dieses Ziel ist allerdings nicht mit dem aktualisierten 2030-Ziel von einer EU-weiten Treibhausgas-Minderung um netto mindestens 55 % kompatibel und soll nach dem aktuellen Vorschlag auf – 48 % (EU weit – 40 %) erhöht werden.

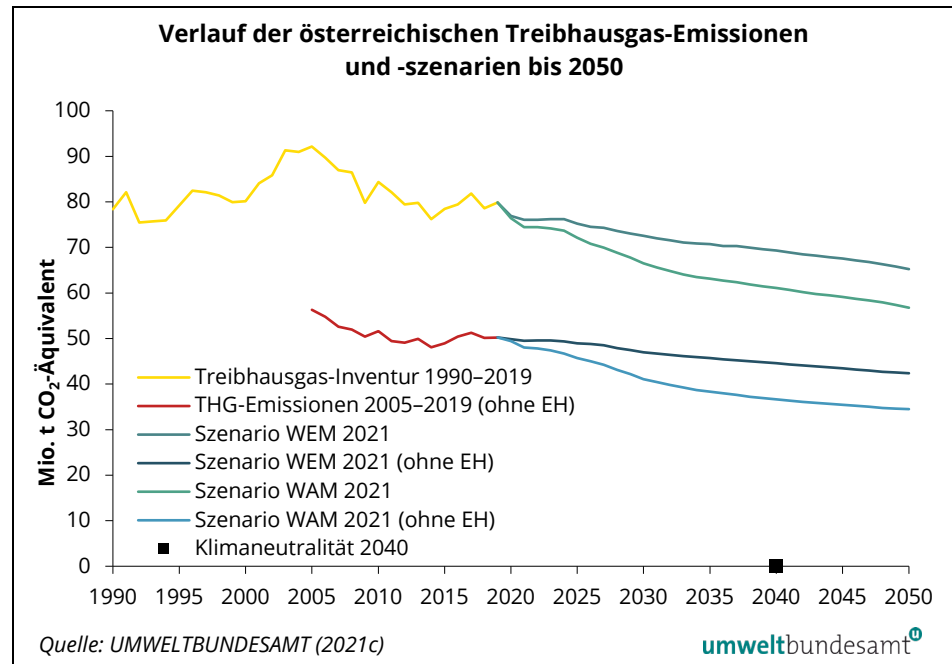
NEKP und LTS

Die nationale Langfriststrategie (LTS, „long-term strategy“) sowie der nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) als detaillierter Maßnahmenplan legen den Rahmen für die unumgängliche Transformation in Österreich fest. Diese Dokumente sollen nun an die neuen Zielsetzungen des Europäischen „Green Deal“ bzw. der nationalen Klimaneutralität bis 2040 angepasst werden.

***nationale Emissions-
szenarien***

Das aktuelle österreichische Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ 2019 (WEM, „with existing measures“) zeigt eine Reduktion der Treibhausgase von rund 17 % bis 2050 gegenüber 1990 und bleibt somit weit hinter den längerfristigen Reduktionserfordernissen zurück. In den Sektoren außerhalb des Emissionshandels wird ein Emissionsrückgang von rund 17 % zwischen 2005 und 2030 projiziert.

Abbildung B:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen und -Szenarien bis 2050.



Im Szenario WAM („with additional measures“), das im Rahmen der Folgenabschätzung zum nationalen Energie- und Klimaplan erstellt wurde und eine deutliche Maßnahmenausweitung und -intensivierung umfasst, wird ein Emissionsrückgang gegenüber 1990 von 15 % bis 2030 bzw. von 28 % bis 2050 berechnet. Für den Bereich außerhalb des Emissionshandels wird ein Rückgang von 27 % von 2005 bis 2030 projiziert. Damit wird in diesem Szenario der gegenwärtig gültige Zielwert von – 36 % trotz der im NEKP unterlegten Maßnahmen nicht erreicht.

Zur erforderlichen zusätzlichen Emissionsreduktion sind im NEKP daher weitere Maßnahmenoptionen angegeben, wie z. B. die Ökologisierung des Steuer-, Anreiz- und Abgabensystems. Darüber hinaus enthält das Regierungsprogramm 2020–2024 zahlreiche Vorschläge für wirksame Klimaschutzmaßnahmen.

Wesentlich für die ausreichende Wirkung der zusätzlichen Maßnahmen ist, auch aufgrund des kurzfristigen Wirkungszeitraums von neun Jahren, eine jeweils rasche und ambitionierte Beschlussfassung und Umsetzung.

Die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft in den nächsten 20–30 Jahren ist unumgänglich, um die anthropogene Klimaerwärmung in einem wirtschaftlich, sozial und ökologisch akzeptablen Rahmen zu halten.

Um diese Kosten möglichst gering zu halten, ist frühzeitiges Handeln im Sinn einer tiefgreifenden Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft entscheidend. Dadurch können neben den oben genannten langfristigen Wohlstandsrisiken durch Bedrohungen für Infrastruktur, Lebensmittelversorgung und

menschliche Gesundheit auch Lock-in-Effekte¹ in kohlenstoffintensive Infrastruktur und hohe Umstrukturierungskosten in späteren Dekaden vermieden werden. Die kurzfristigen Kosten einer solchen Transformation, auch „costs of action“ genannt, werden daher als wesentlich geringer eingeschätzt als die langfristigen „costs of inaction“ (STERN 2007).

¹ Anbindeeffekt: z. B. ein Kraftwerksneubau, der für die Stromgewinnung aus fossilen Brennstoffen ausgelegt ist. Er zieht die Nutzung dieser Brennstoffe für die Zeit bis zu seiner Amortisation nach sich. Eine vorzeitige Umstellung auf eine andere Technologie wäre wirtschaftlich nicht sinnvoll.

SUMMARY

Background

- Limiting temperature increase** Under the Paris Climate Agreement, 197 parties agreed on common goals to fight climate change. The aim is to keep the increase in the average temperature of the Earth's surface to well below 2 °C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C.
- Climate change is caused by human activity** Climate change is driven by greenhouse gas emissions. The main source of greenhouse gas emissions both at global and European level is the burning of fossil fuels. Natural causes of the rise in temperature over the last few decades can be almost entirely excluded. Changes in the global climate system often do not follow a linear process. There are tipping points and if they are exceeded this can lead to severe irreversible changes such as the melting of the Greenland ice shield which will in the long term (in several hundred years) result in a global sea level rise by approx. 7 metres. At an increase of 2 °C in global mean temperature, irreversible impacts are already to be expected, and exceedance of tipping points is likely.
- Global temperature increase** The average global temperature today is already around 1 °C above pre-industrial levels and the years 2014–2020 were the warmest years on record.
- ... and in Austria ...** In Austria, the rise in temperature in the last few years was more than twice as high as the global average. Apart from 1994, the 15 warmest years on record have all occurred since 2000. 2020 was the fifth warmest year in the 253-year historical temperature record.
- Consequences of the climate crisis** Climate models predict that Austria and the alpine region will continue to experience greater warming than the global average in the future. The rise in temperature will lead to an increase in dry periods and heat waves in the summer months from which plants, animals and humans will suffer. Global warming will increase the occurrence of subtropical and tropical mosquitoes as vectors of disease, and the spread of the highly allergenic *Ambrosia artemisiifolia* and other allergenic species. The risk of forest fires is expected to increase along with outbreaks of heat-tolerant pests such as the bark beetle. Furthermore, extreme weather events will become more common, along with land- and mudslides and falling rocks. Due to the particular sensitivity of the (alpine) natural areas and the impacts of technology on the natural environment, extensive adaptation measures will be inevitable even if global climate change mitigation measures prove to be successful.
- The economic consequences of climate change will be felt in all sectors, including tourism, agriculture and forestry, and in the energy industry and the health sector. In addition, migration pressures will increase significantly in many regions of the world that are particularly affected by climate change, as many of these countries also have limited adaptive capacity.

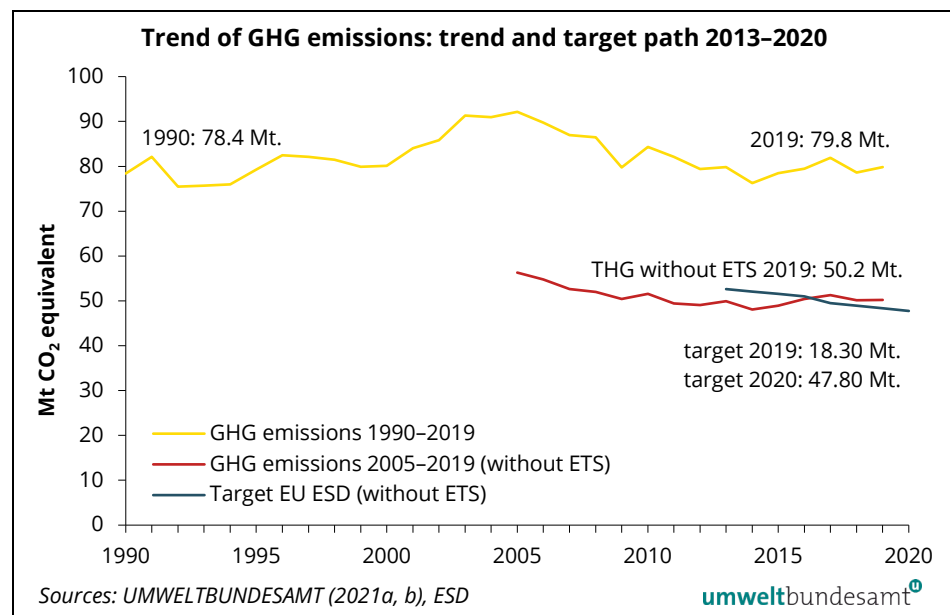
Austria’s greenhouse gas emissions in 2019

GHG emissions rising again

Austria’s greenhouse gas emissions in 2019 amounted to 79.8 million tonnes of carbon dioxide equivalent (Mt CO₂ equivalent). Emissions were thus 1.5 % (1.2 Mt) above the levels of 2018 and 1.4 Mt CO₂ equivalent (1.8 %) above 1990 levels. It was therefore not possible to achieve an emission reduction in Austria (compared to 1990 levels), despite a discernible downward trend after 2005.

Mainly responsible for the increase in emissions in 2019 were an increase in steel production (after shutting down a blast furnace for maintenance in 2018), an increase in electricity generated by thermal power plants (natural gas) and a mainly weather related increase in the buildings sector. As fuel sales rose, emissions in the transport sector also increased.

Figure A:
GHG emissions
1990–2019 and target
path 2013–2020
(ETS: EU Emissions Trading System).



Climate policy targets for 2020

Effort Sharing Decision: - 16 % by 2020

Since 2013, there have been clearly defined targets for greenhouse gas emissions covered under the emissions trading system ETS (and an EU-wide reduction target of minus 21 % compared to 2005) and targets for emissions outside the ETS. For non-ETS sectors, the European Effort Sharing Decision (ESD) sets national targets for each Member State. For Austria, the emission reduction target to be achieved by 2020 under the ESD is minus 16 % (relative to 2005 levels). Furthermore, a legally binding pathway has been established for the period from 2013 onwards.

2019 emissions still above emission pathway

The targets to be achieved by Austria under the Effort Sharing Decision are laid down in the Austrian Climate Change Act (Federal Legal Gazette I No 106/2011 as amended). Sectors not covered under the European emissions trading system (ETS) emitted around 50.2 Mt CO₂ equivalent in 2019. Emissions were thus 1.9 Mt CO₂ equivalent higher than the maximum annual emission allocation amount permitted for 2019 under the Effort Sharing Decision (48.3 Mt CO₂ equivalent). Emissions in 2019 were thus also 1.9 Mt CO₂ equivalent above the legally binding

annual limit. However, the GHG emissions inventory 2013-2016 shows that the emissions for that period were lower than the annual targets. The legal provisions state that amounts “saved” in previous years can be carried over and used for target achievement over the entire period 2013-2020 (banking). For the year 2020, significantly lower greenhouse gas emissions are to be expected due to the economic downturn caused by the Covid-19 crisis, which means that in all probability, it will be possible to meet the targets for the entire 2013-2020 commitment period can most likely be met.

**Renewables targets
and energy efficiency
2020**

Another legally binding target that the EU set itself when it adopted its 2007 climate and energy package is to raise the share of renewable energy sources in gross final energy consumption EU-wide to 20 %. The target for Austria is 34 %; the share achieved in 2019 was 33.6 %. To increase energy efficiency, the aim is to save 20 % of EU gross final energy consumption by 2020 (compared to a reference scenario). According to the Austrian Energy Efficiency Act (EEffG; Federal Legal Gazette I No 72/2014), Austria aims to achieve a stabilisation of final energy consumption at 1,050 PJ; in 2019, energy consumption was 1,139 PJ. Based on preliminary data, it is expected that 2020 will see a decline due to coronavirus to approximately 1,055 PJ.

Emission trends by sector

Main sources

The main sources of greenhouse gas emissions (including the emissions trading system ETS) in 2019 were the sectors energy and industry (43.8 %), transport (30.1 %), agriculture (10.2 %) and buildings (10.2 %). A large number of installations in the energy and industry sector (84.5 % in 2019) fall within the scope of the EU emissions trading system. Measured against Austria's total emissions, the emissions trading sector's share in 2019 was 37.0 %.

Energy and industry

Austria's total emissions from the **energy and industry sector (including ETS)** in 2019 were 35.0 Mt CO₂ equivalent. In 2019, 29.6 Mt CO₂ equivalent were covered by the EU ETS.

Emissions from public power and district heating plants (except waste incineration) have decreased by approx. 43.4 % since 1990. In 2019, they stood at 6.1 Mt CO₂ equivalent. This decrease has mainly been due to the replacement of coal and oil power plants with more efficient natural gas power stations, increased production from renewable energy sources and an increase in supplies imported from abroad to cover domestic electricity demand. Compared to 2018, greenhouse gas emissions from public power and district heating plants in 2019 increased by 3.2 %. Electricity generated by gas-fired power plants increased by 21 % compared to the previous year.

At 24.9 Mt CO₂ equivalent, industry accounted for the largest share in emissions from the energy and industry sector in 2017. Emissions in this sector increased by 3.1 Mt (14.3 %) compared to 1990. Compared to the previous year, emissions increased by 0.9 Mt (3.7 %), mainly due to an increase in pig iron production and higher emissions from the production of ammonia.

Emissions from the **non-ETS energy and industry sector** in 2019 amounted to around 5.4 Mt CO₂ equivalent. Emissions were around 1.2 Mt below the 2019 target value set by the Climate Change Act (6.6 Mt), and 0.4 Mt below the level of 2005.

Transport GHG emissions from the **transport** sector in 2019 amounted to around 24 Mt CO₂ equivalent, an increase of 0.4 % (+ 0.10 Mt CO₂ equivalent) compared to 2018. The sectoral limit pursuant to the Climate Change Act was exceeded in 2019 for the fourth consecutive year.

The reason for this development is the renewed increase in fuel sales: compared with 2018, diesel fuel sales rose by 0.8 % (including bio-component blends), while sales of gasoline/petrol rose by 0.5 %.

After a phase of decreasing GHG emissions from 2005 to 2012, transport saw another increase in emissions in 2019 for the fifth consecutive year.

In 2019, the overall percentage of biofuel sold as a fuel substitute was 6.19 %, a share that was higher than the substitution target specified in the Fuel Ordinance (5.75%, calculated on an energy content basis, of the fossil fuels placed on the market) and about the same as in previous years. However, it was not possible to reach the peak of 2015 (8.9 %) as biofuels are primarily sold as a blend with fossil fuel. The still relatively low biofuel sales volume is due to the low prices for fossil fuel. In 2019, the use of biofuels led to a reduction in transport sector emissions of around 1.56 Mt CO₂.

Buildings In 2019, greenhouse gas emissions in the **buildings** sector amounted to 8.1 Mt CO₂ equivalent. Emissions decreased by 4.7 Mt CO₂ equivalent (36.8 %) between 1990 and 2019. There have been larger reductions especially since 2000, mainly due to thermal renovation, an increased share of renewable energy, modernisation of heating systems and an increase in the share of district heating, although on the other hand, the number of main residence dwellings has increased and there has been a continued increase in usable floor area in individual apartments.

However, apart from weather-related fluctuations, there have been hardly any variations in the greenhouse gas emissions emitted by this sector. Compared with 2018, emissions increased by 0.2 Mt CO₂ equivalent in 2019 (3.0 %) primarily due to the colder weather. Emissions in 2019 were 0.1 Mt CO₂ equivalent below the sectoral Climate Change Act target.

Agriculture At about 7.1 Mt CO₂ equivalent, greenhouse gas emissions in the **agricultural** sector in 2019 were about 0.2 Mt CO₂ equivalent above the sectoral limit specified in the Climate Change Act. Despite the implementation of programmes of measures as intended under the Climate Change Act, the declining trend in emissions which had been observed since 1990 is no longer evident for the period 2005–2019. This is primarily due to a stabilisation of livestock numbers after a significant decline in the 1990s.

Waste management Emissions in the **waste management** sector were mainly driven by landfilling and waste incineration (with energy recovery). While there was a clear downward trend in landfilling, in particular due to a ban on the dumping of untreated waste with high organic content which has been in force since 2004 or 2009, emissions from other recovery and treatment methods, especially waste incineration, increased. In 2019, greenhouse gas emissions associated with waste management amounted to about 2.3 Mt CO₂ equivalent (0.5 Mt CO₂ equivalent below the sectoral target).

Fluorinated gases In 2019, emissions from the **fluorinated gases** sector amounted to around 2.2 Mt CO₂ equivalent (0.13 Mt CO₂ equivalent above the target set by the Climate Change Act). The bans that have been in place for years, and the restrictions on the quantity of HFCs used, have had a delayed effect as HFCs are used in long-life products. From 2018 to 2019, the trend reversal was achieved and Austria is now seeing a decline in its F gas emissions.

Climate and energy policy up to 2030 and 2050

2 °C target For industrialised countries, limiting global warming to below 2 °C, as agreed under the Paris Climate Agreement, means that fossil fuels should be largely phased out – and “net zero emissions” achieved - by the middle of the century. The current plans for emission reductions, known as Intended Nationally Determined Contributions (INDCs), to which nearly all the countries committed themselves at the 21st Conference of the Parties in Paris, point to a temperature increase that, by 2100, will be higher than 3.0 °C.

EU 2030 and 2050 targets To meet the goal of the Paris Agreement (keeping the increase in temperature to below 2 °C), the emission reduction target of at least 40 % (relative to 1990) of the EU’s 2030 climate and energy policy framework adopted in 2014 has been increased to a net emission reduction target of at least 55 % under the new EU Climate Law, adopted under the European Green Deal.

For 2050, the European Commission has set itself the goal to be climate-neutral, a legally binding target that it is also set out in the EU Climate Law. To achieve the ambitious targets of the Climate Law, the EU Commission presented in July 2021 a legislative “Fit for 55” package, which includes proposals and amendments to a number of existing legal rules (such as the Effort Sharing Regulation, Emissions Trading Directive and the Energy Efficiency Directive).

Effort Sharing Regulation for Austria: – 36 % by 2030 For Austria, the current Effort Sharing Regulation stipulates a 36 % reduction in greenhouse gas emissions for sectors not covered by the emissions trading system by 2030, compared to 2005 (the EU-wide reduction target is minus 30 %). Compared to 2019, this would mean that non-ETS sectors have to reduce their emissions by around 13.7 Mt CO₂ equivalent (27 %). However, this target is not compatible with the updated 2030 net emission reduction target of at least 55 % and is therefore to be increased to minus 48 % (minus 40 % EU-wide).

NECP and LTS The national Long-Term Strategy (LTS) and the National Energy and Climate Plan (NECP) with its detailed measures define the framework for the inevitable transformation in Austria. These two documents are now to be adapted to be able to

meet the new European Green Deal targets and to achieve climate neutrality in Austria by 2040.

National emission scenarios

The current 2019 WEM scenario (“with existing measures”) for Austria shows a reduction in greenhouse gas emissions of around 17 % in 2050 (compared with 1990). It thus falls a long way short of the long-term reduction requirements. In the non-ETS sectors, the projected emission reduction between 2005 and 2030 is about 17 %.

The WAM scenario (“with additional measures”), which was provided as part of the impact assessment for the National Energy and Climate Plan and which includes a considerably broader set (and strengthening) of measures, calculates an emission reduction of 15 % by 2030 and 28 % by 2050 (compared to 1990). For the non-ETS sectors, the projected emission reduction between 2005 and 2020 is 27 %, which means that despite the measures set out in the NECP the current target of minus 36 % will not be achieved in this scenario.

For the required additional emission reduction, the NECP specifies further options such as green taxes and incentive policies. In addition, the government programme 2020-2024 contains several other proposals for effective climate change action.

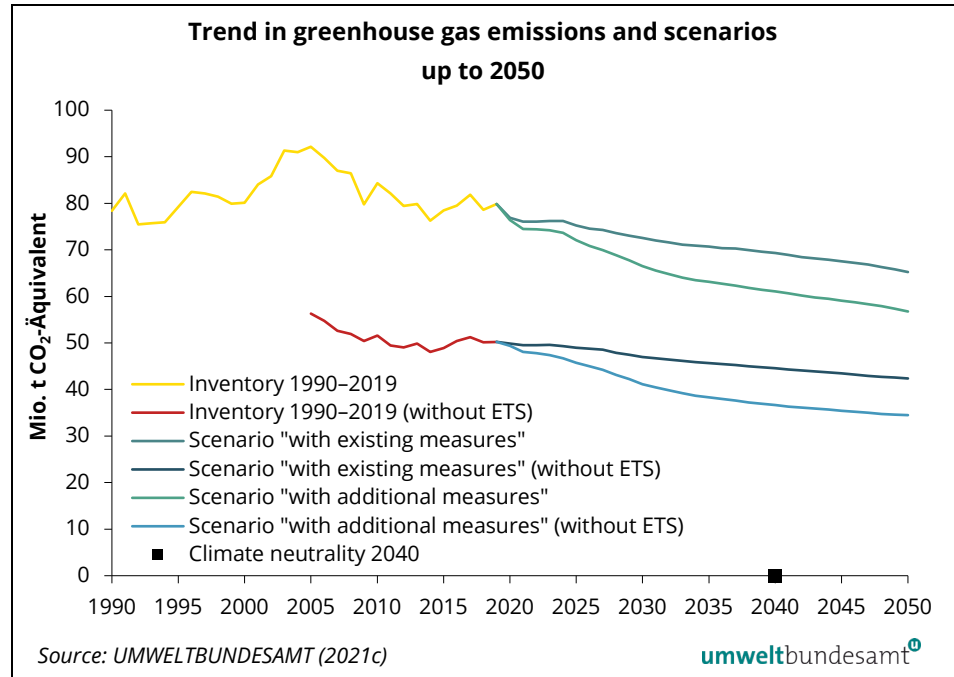
To ensure that the additional measures are sufficiently effective, it is important to take ambitious decisions quickly and to implement them swiftly, especially in view of the short period of time available (nine years).

The transition to a climate-neutral economy and society in the next 20 - 30 years is absolutely necessary if anthropogenic climate warming is to be kept within economically, socially and ecologically acceptable limits.

To keep the costs as low as possible, early action is crucial if we intend to achieve a fundamental transformation of our economy into a carbon-neutral one. Apart from the long-term risks that threaten infrastructure, food supply and human pose to our prosperity, carbon lock-in² in carbon intensive infrastructure and high restructuring costs in future decades can thus be prevented. The short-term costs of this transformation, also referred to as “costs of action”, are estimated to be much lower than the long-term “costs of inaction” (STERN 2007).

² Lock-in effect: e.g. a new power plant designed to generate electricity from fossil fuels. It entails the use of these fuels over the whole lifetime of the plant until its amortisation. A premature switch to another technology would not make sense economically.

Figure B:
Trend in greenhouse gas emissions and scenarios up to 2050.



1 KLIMAKRISE UND IHRE BEWÄLTIGUNG

1.1 Wissenschaftliche Basis

Treibhausgaseffekt

Der Wandel des globalen Klimas beruht grundsätzlich auf einer Änderung des Strahlungsantriebs (Energiebilanz der Erde), welcher durch die Konzentration von Treibhausgasen, variierende Sonneneinstrahlung und das Rückstrahlverhalten der Erde beeinflusst wird. Treibhausgase, wie z. B. Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Stickstoffdioxid (N₂O), absorbieren die langwellige infrarote Wärmestrahlung, die von der Erdoberfläche ausgesendet wird und in den Weltraum abgestrahlt werden würde. Dieser Effekt – der Treibhauseffekt – bewirkt grundsätzlich, dass die Erde ein Klima aufweist, das Leben ermöglicht.

Abrupte Veränderungen des Klimasystems können z. B. durch Vulkanausbrüche und Meteoriteneinschläge hervorgerufen werden, aber auch Anomalien in der atmosphärischen Zirkulation oder von Meeresströmungen, wie z. B. während der „Mittelalterlichen Warmzeit“, können das Klima regional oder global prägen.

der Mensch ist für den Klimawandel verantwortlich

Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change) kommt in seinem letzten Sachstandsbericht (AR5) zum Schluss, dass der rasch gestiegene Ausstoß von Treibhausgasen – verstärkt durch das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum – die Hauptursache für den Temperaturanstieg seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist. Die Wissenschaft ist sich einig, dass der anthropogene (durch den Menschen verursachte) Einfluss zum aktuell beobachtbaren Klimawandel führt (IPCC 2013).

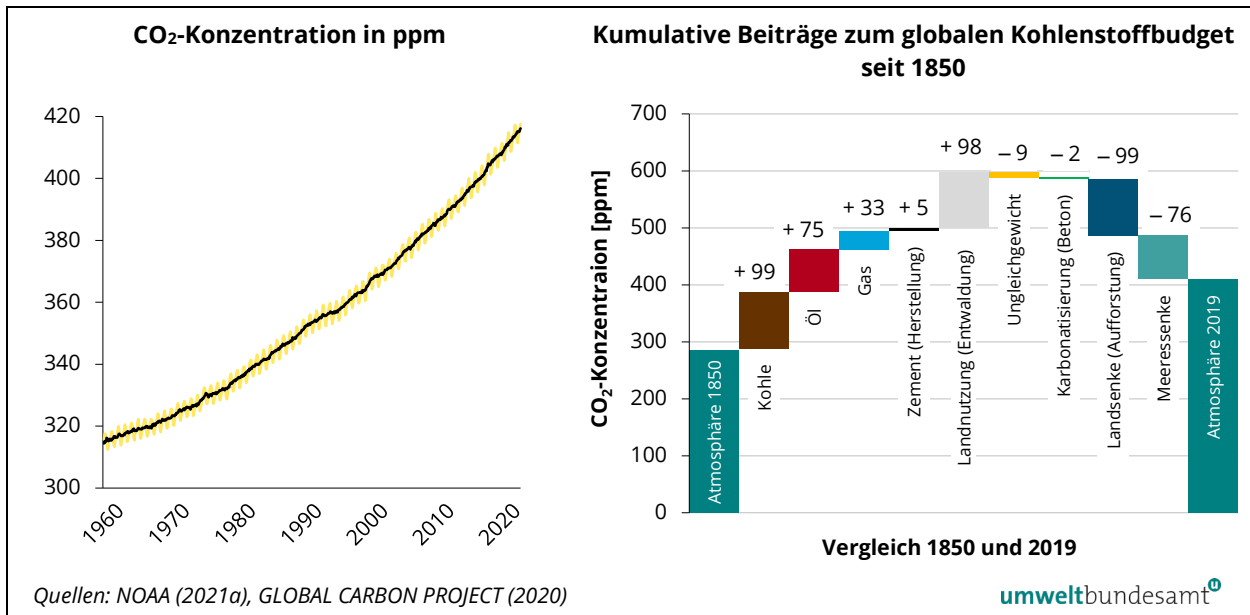
Anstieg der CO₂-Konzentration

Durch die Verbrennung sehr großer Mengen fossiler Energieträger innerhalb eines erdgeschichtlich sehr kurzen Zeitraums nimmt die CO₂-Konzentration seit Beginn der Industrialisierung kontinuierlich zu, wobei sich dieser Anstieg seit Mitte des 20. Jahrhunderts deutlich beschleunigt hat. Im Jahr 1800 lag die CO₂-Konzentration noch bei rund 280 ppm (Anteile pro Million). Im Jahr 2020 stieg sie im Durchschnitt bereits auf deutlich über 412 ppm, wobei sich der jährliche Anstieg in der letzten Dekade weiterhin deutlich beschleunigte. Die aktuelle, hohe CO₂-Konzentration ist vergleichbar mit jener während der Warmzeit im mittleren Pliozän vor etwa 3,6 Millionen Jahren, als die Kohlendioxid-Konzentration zwischen 380 und 450 Teilen pro Million lag. Während dieser Zeit war der Meeresspiegel um etwa 24 Meter höher als heute, die Durchschnittstemperatur lag bis zu 4,0 °C über jener aus der vorindustriellen Zeit. Studien zeigen, dass große Wälder Gebiete der arktischen Zone besetzten, die jetzt Tundra sind. Auch der Anstieg der CO₂-Konzentration während der letzten zehn Jahre ist 100- bis 200-mal schneller verlaufen, als es die Erde im Übergang von der letzten Eiszeit erlebt hat. Neben CO₂ steigt auch die Konzentration von anderen Treibhausgasen, wie Methan und Lachgas, kontinuierlich an (NOAA 2016, NOAA 2021a, b, WMO 2021).

Der gemessene Anstieg der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre seit 1958 ist in Abbildung 1 (links) zu sehen. Die rechte Grafik vergleicht das Kohlenstoffbudget von 1850 mit 2019. Sie zeigt anhand der aufsteigenden Balken zum einen die anteilmäßige Wirkung der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas auf die

CO₂-Konzentration und zum anderen die Wirkung der Zementproduktion, bei der CO₂ aus dem Herstellungsprozess freigesetzt wird, sowie die Wirkung der CO₂-Freisetzung durch Entwaldung. Das freigesetzte CO₂ bleibt nicht vollständig in der Atmosphäre, sondern wird durch Landsenken (z. B. in Wälder) sowie durch Karbonatisierung im Beton teilweise wieder gebunden und im Wasser der Meere gelöst. Der Anteil dieser Effekte ist durch die absteigenden Balken verdeutlicht.

Abbildung 1: Kohlenstoffdioxid-Konzentration und Veränderungen des Kohlenstoffbudgets in der Atmosphäre.³



Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur

Die globale Durchschnittstemperatur für 2020 lag 1,2 °C über dem vorindustriellen Niveau (1850–1900). Das Jahr 2020 war das drittwärmste seit Beginn der Aufzeichnungen, und die letzten sechs Jahre waren die sechs wärmsten jemals gemessenen. Seit den 1980er-Jahren war jedes aufeinanderfolgende Jahrzehnt wärmer als das vorhergehende. Die Unterschreitung der 1,5 °C- bzw. 2 °C-Zielwerte des Pariser Übereinkommens liegt derzeit noch in weiter Ferne. Dafür wären global Netto-Null-Emissionen bis 2050 notwendig, mit einem bereits drastischen Emissionsrückgang innerhalb der nächsten Dekade (WMO 2021).

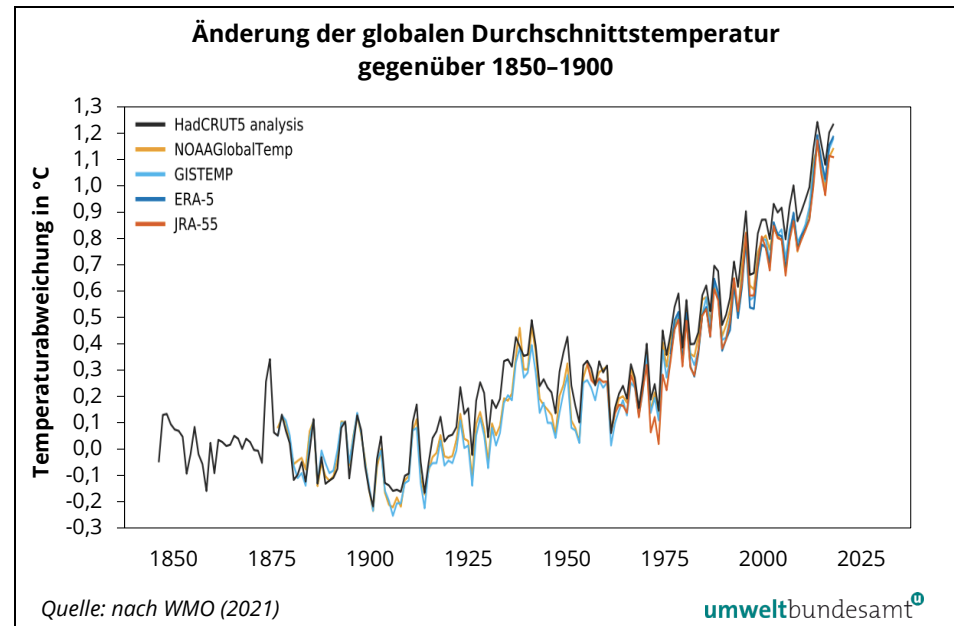
Extremjahr 2020

Die Temperatur ist ein Indikator für den anhaltenden Klimawandel. Auch der Meeresspiegel steigt immer schneller, durch die stärkere Erwärmung der Ozeane, an der Oberfläche und in der Tiefe, und durch das verstärkte Abschmelzen des grönländischen Eises und der Gletscher. Dadurch werden Küstengebiete und Inseln sowie tiefer gelegene Gebiete einer größeren Gefahr von Überschwemmungen und Überflutungen ausgesetzt. 2020 haben steigende globale Temperaturen zu häufigeren und schwereren extremen Wetterereignissen auf

³ Der Balken Ungleichgewicht stellt eine kleine Unschärfe im aktuellen wissenschaftlichen Verständnis von Quellen und Senken dar.

der ganzen Welt beigetragen, darunter Kälte- und Hitzewellen, Überschwemmungen, Dürren, Waldbrände und Stürme (WMO 2021).

Abbildung 2:
Änderung der globalen
Durchschnittstempera-
tur gegenüber
1850–1900.



irreversible Folgen des Klimawandels

Die Änderungen im globalen Klimasystem verlaufen oft nichtlinear. Es gibt Kippunkte, bei deren Überschreitung abrupte, gravierende und irreversible Änderungen auftreten. Dies betrifft etwa das Abschmelzen des Grönland-Eisschildes, was einen globalen Anstieg des Meeresspiegels um etwa 7 Meter über einen Zeitraum von 1.000 Jahren zur Folge hätte, was bereits bei einem Schwellenwert von deutlich unter 4 °C Erderwärmung ausgelöst werden könnte. Bei einem Temperaturanstieg im globalen Mittel um 2 °C kann die Überschreitung von Kippunkten generell nicht ausgeschlossen werden und selbst darunter werden sich regional unterschiedliche Auswirkungen des Klimawandels deutlich verschärfen. Diese sind zum Teil bereits spürbar, zum Beispiel in Form von Wasserknappheit, Zunahme von Extremwetterereignissen, Waldbränden, Anstieg des Meeresspiegels etc. Eine Anpassung an den Klimawandel ist daher in jedem Fall notwendig (IPCC 2014b).

Dass irreversible regionale Veränderungen in Zusammensetzung, Struktur und Funktion von Meeres- und Landökosystemen stattfinden werden, gilt praktisch als sicher. Für das Auftauen des Permafrostes in den hohen nördlichen Breiten wird davon ausgegangen, dass seine Verminderung im Szenario mit den ambitioniertesten Maßnahmen Szenario 37 % beträgt. Beim Szenario mit den geringsten Klimaschutzmaßnahmen, das nahezu der Baseline (ohne Klimaschutzmaßnahmen) entspricht, beträgt die Verringerung des Permafrostes 81 %. Ein Problem beim Auftauen der Permafrostböden besteht darin, dass sie viel Kohlenstoff enthalten, der aufgrund von mikrobiologischen Prozessen in Form von Methangas entweichen könnte, sodass die Erderwärmung sich ab einem gewissen Punkt von selbst fortsetzen könnte.

Für die Zeit nach 2100 wird in einer Vielzahl von Szenarien davon ausgegangen, dass noch über hunderte, eventuell tausende Jahre weitere Prozesse stattfinden werden, selbst wenn sich die Treibhausgas-Konzentration in der Atmosphäre nicht weiter erhöht. Dies betrifft z. B. Biotopverschiebungen, Veränderungen des Kohlenstoffgehaltes in Böden, Tauen von Eisflächen, Zunahme der Versauerung der Ozeane und eine Erhöhung des Meeresspiegels (IPCC 2014a).

Anstieg des Meeresspiegels

Im Jahr 2020 stieg der Meeresspiegel weiter an, wobei der globale mittlere Meeresspiegel den höchsten Wert seit Beginn der äußerst präzisen Messung (Januar 1993) erreichte. Die Berechnungen ergaben eine durchschnittliche Erhöhung von 3,3 mm/Jahr über den Zeitraum von 28 Jahren, wobei sich die Rate weiterhin beschleunigt hat. Der vermehrte Verlust von Eismasse aus den Eisschilden ist die Hauptursache für den beschleunigten Anstieg des globalen mittleren Meeresspiegels, zusätzlich zum stetigen Anstieg erwärmungsbedingter Volumenausdehnung des Ozeanwassers. Basierend auf Modellrechnungen ist davon auszugehen, dass der Meeresspiegel bis 2100 um insgesamt 65 cm gegenüber 2005 ansteigen wird (WMO 2021, NEREM et al. 2018).

In einer Studie des Potsdam Institute for Climate Impact Research wurde die Meeresspiegelerhöhung unter Einhaltung der Vorgaben des Pariser Übereinkommens untersucht. Darin errechneten die Forscher für diese Bedingungen eine Meeresspiegelerhöhung von 0,7–1,2 Metern bis 2300, falls die Emissionen zwischen 2020 und 2035 ihren Höchststand erreichen und danach sinken. Jede Verzögerung des Emissionswendepunktes um 5 Jahre würde den voraussichtlichen Wert um 0,2 Meter erhöhen (MENGEL et.al. 2018).

IPCC 1,5 °C-Studie

Im Oktober 2018 veröffentlichte der IPCC eine Studie über die Erderwärmung um 1,5 °C, deren Erstellung auf eine Anregung im Rahmen der Verabschiedung des Pariser Übereinkommens zurückgeht (IPCC 2018). Der IPCC stellt darin fest, dass bereits jetzt die Folgen einer Erderwärmung um 1 °C deutlich wahrzunehmen sind. Die Begrenzung auf 1,5 °C ist nach Aussage der Studie physikalisch noch möglich, ohne in großem Umfang Treibhausgase aus der Atmosphäre zurückholen zu müssen. Allerdings sind dafür bereits ab 2020 schnelle und weitreichende Veränderungen in den Bereichen Energie, Industrie, Gebäude, Transport, Städte und Landwirtschaft notwendig. Man könnte weitgehend auf vorhandene Technologien zurückgreifen, doch die Intensität der Umsetzung müsste ein bisher noch nicht dagewesenes Ausmaß erreichen.

Jährliche Investitionen in kohlenstoffarme Technologien und Energieeffizienz müssten sich bis 2050 gegenüber dem Jahr 2015 um das 4- bis 5-Fache erhöhen. Die Studie zeigt an Beispielen den Vorteil eines solchen Szenarios für das Klima: Während Korallenriffe bei einer Erwärmung von 2 °C nahezu vollständig (> 99 %) verschwinden werden, bleiben bei 1,5 °C noch 10–30 % von ihnen erhalten. Die durchschnittliche Häufigkeit eines eisfreien Arktischen Ozeans würde sich gegenüber einem 2 °C-Szenario von einem Ereignis alle 10 Jahre auf ein Ereignis alle 100 Jahre verringern, die Erreichung von Kipppunkten mit irreversiblen Schäden wäre unwahrscheinlicher und der Meeresspiegel würde um 10 cm weniger ansteigen.

Zielpfade Forschungsergebnisse aus dem fünften Sachstandsbericht zeigen, dass bei einem sehr ambitionierten Klimaschutz (RCP – Representative Concentration Pathways 2.6) derzeit noch die Möglichkeit besteht, das 2 °C-Ziel einzuhalten. Entsprechend der Szenarien des IPCC müsste der jährliche globale Ausstoß von Treibhausgasen 2020 das Maximum erreichen und bis 2050 um rund 40–70 % (für Industriestaaten um 80–95 %) reduziert werden (IPCC 2014a).

Laut Sonderbericht der IPCC zu 1,5 °C Erwärmung müssten die globalen CO₂-Emissionen zwischen 2010 und 2030 um 45 % reduziert werden, um das 1,5 °C-Ziel zu erreichen, wohingegen für das 2 °C-Ziel im gleichen Zeitraum nur 25 % notwendig wären. Langfristig dürfen keine CO₂-Emissionen (Netto-Null) mehr emittiert werden, wobei für das 1,5 °C-Ziel ab dem Jahr 2050 bzw. für das 2 °C-Ziel ab dem Jahr 2070 Netto-Null-Emissionen erreicht werden müssen.

Der Emissions Gap Report 2020 – den das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP 2020) jährlich herausgibt – erklärt, dass durch die COVID-19-Krise nur eine kurzfristige Reduktion der globalen Emissionen erreicht werden wird und diese nicht wesentlich zur Emissionsminderung bis 2030 beiträgt, es sei denn, der darauffolgende wirtschaftlichen Aufschwung fußt auf einer starken Dekarbonisierung der Wirtschaft. Zusätzlich wird ergänzt, dass die wachsende Zahl von Ländern, die sich Netto-Null-Emissionsziele bis Mitte des Jahrhunderts setzen, die bedeutendste klimapolitische Entwicklung des Jahres 2020 ist.

Bei voller Umsetzung der „bedingungslosen NDCs⁴“ würde ein Temperaturanstieg von 3,2 °C bis zum Jahr 2100 stattfinden. Bei den an Bedingungen geknüpften NDCs würde dieser 3,0 °C betragen. Um die notwendigen Reduktionen zu erreichen, müssen die Staaten ihre derzeitigen Zusagen für das 1,5 °C-Ziel um mehr als das Fünffache erhöhen. Um das 2 °C-Ziel zu erreichen, müssen sie ihre Ambitionen verdreifachen. Insbesondere müssen unverzüglich Maßnahmen und Strategien zur Umsetzung ihrer Versprechen ergriffen werden (UNEP 2020).

Hinsichtlich der Klimaschutzmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass die grundsätzlichen Herausforderungen für einen Stopp der Erderwärmung bei 3 °C oder 4 °C gleich sind wie für einen Stopp bei 2 °C oder 1,5 °C, denn die Emissionen von Treibhausgasen müssen in jedem Fall ab einem bestimmten Zeitpunkt beendet bzw. vollständig kompensiert werden.

klimabedingte Migration Im vergangenen Jahrzehnt (2010–2019) haben wetterbedingte Ereignisse eine Migration von rund 23,1 Millionen Menschen pro Jahr ausgelöst. Die überwiegende Mehrheit der wetterbedingten Bevölkerungsbewegungen findet innerhalb der nationalen Grenzen statt, obwohl auch grenzüberschreitende Bewegungen auftreten können. Im ersten Halbjahr 2020 wurden klimabedingte Vertreibungen von in etwa 9,8 Millionen Menschen registriert, welche hauptsächlich

⁴ NDC (Nationally Determined Contributions) sind national festgelegte Reduktionsbeiträge, welche Vertragsstaaten des Pariser Übereinkommens ausarbeiten und regelmäßig aktualisieren. Bedingungslose NDCs sind freiwillig und können ohne internationale Unterstützung umgesetzt werden. An Bedingungen gebundene NDCs bedürfen einer internationalen Unterstützung (z. B. finanzieller Art).

lich in Süd- und Südost-Asien und am Horn von Afrika stattfanden. Durch Ereignisse in der zweiten Hälfte des Jahres (Überschwemmungen in der Sahel Region, die atlantische Hurrikan-Saison und die Auswirkungen von Taifunen in Südostasien), wird für das Gesamtjahr 2020 eine Migration in Höhe nahe des Durchschnitts der letzten 10 Jahre erwartet (WMO 2021).

Die Klimaerwärmung wirkt sich in südlichen Ländern besonders stark aus. Dies wird zu einer erhöhten Binnenmigration und ferner zu einer zunehmenden Migration aus diesen Gebieten (z. B. aus afrikanischen Staaten) führen. Bei einer Erderwärmung von 2 °C und dem damit verbundenen Anstieg des Meeresspiegels könnte langfristig eine Landmasse, welche aktuell von rund 280 Mio. Menschen bewohnt wird, dauerhaft überschwemmt werden (OXFAM 2017).

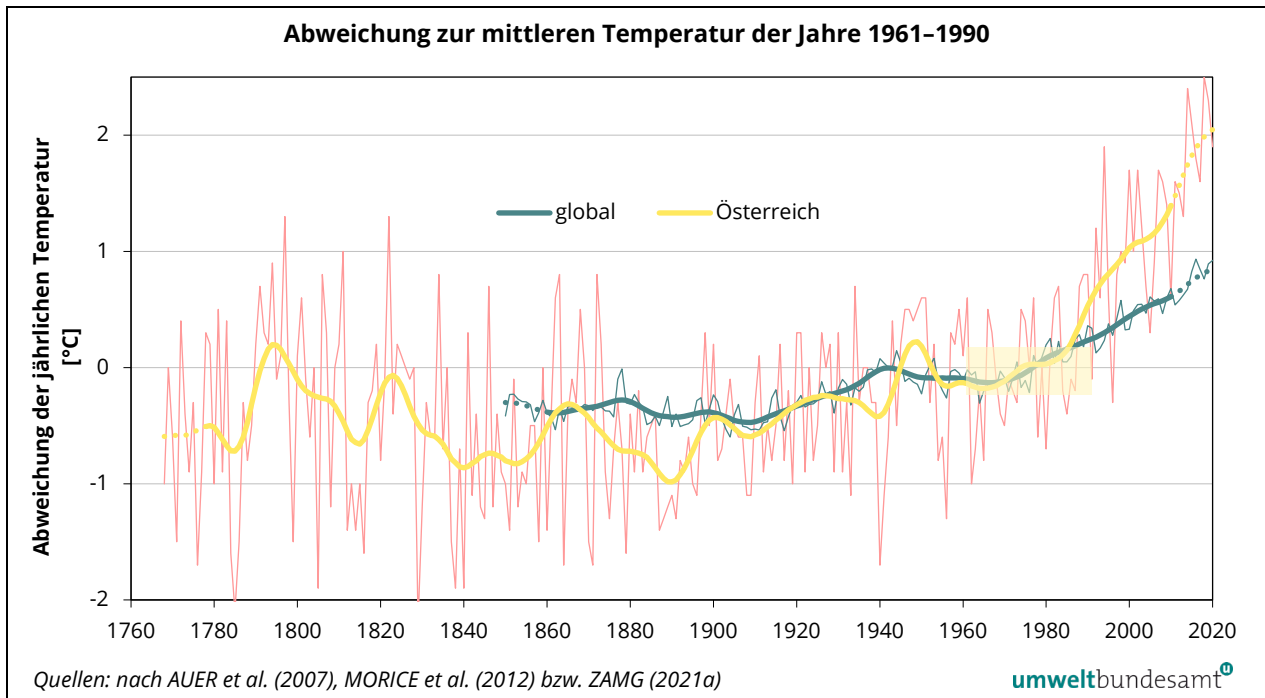
Eine Studie der Weltbank geht von bis zu 140 Mio. MigrantInnen aufgrund der Klimaänderung bis 2050 aus, falls keine entscheidenden Maßnahmen gegen den Klimawandel gesetzt werden. Mit 86 Mio. Personen entfällt der Großteil auf die Subsahara-Region Afrikas. Mit einer Verbesserung der derzeitigen Klima- und Migrationspolitik könnte die Zahl jener Menschen, die aufgrund von Klimaänderungen fliehen müssen, um bis zu 80 % reduziert werden (WELTBANK 2018).

Eine Analyse von Asylanträgen in über 157 Ländern im Zeitraum 2006–2015, die den kausalen Zusammenhang zwischen Klima, Konflikt und Zwangsmigration untersuchte, kam zum Schluss, dass klimatische Bedingungen – indem sie die Schwere der Dürre und die Wahrscheinlichkeit eines bewaffneten Konflikts beeinflussen – eine wesentliche Ursache für den Asylantrag waren (ABEL et al. 2019).

1.2 Auswirkungen für Österreich

Die Klimaerwärmung ist auch schon heute in Österreich messbar. Besonders der Alpenraum ist betroffen: Hier liegt der Temperaturzuwachs etwa doppelt so hoch wie im globalen Mittel (APCC 2014). Verantwortlich dafür ist, dass sich die Luft über Landflächen generell rascher erwärmt als über thermisch trägeren Ozeanen. Innerhalb von Österreich verläuft der Temperaturanstieg relativ homogen. Nennenswerte Unterschiede in der Temperaturentwicklung gab es weder regional betrachtet noch im Vergleich zwischen tiefen und hohen Lagen (ZAMG 2021a).

Abbildung 3: Jährliche Abweichung zur mittleren Temperatur der Jahre 1961–1990 für Österreich und global.



2 °C-Anstieg in Österreich bereits erfolgt

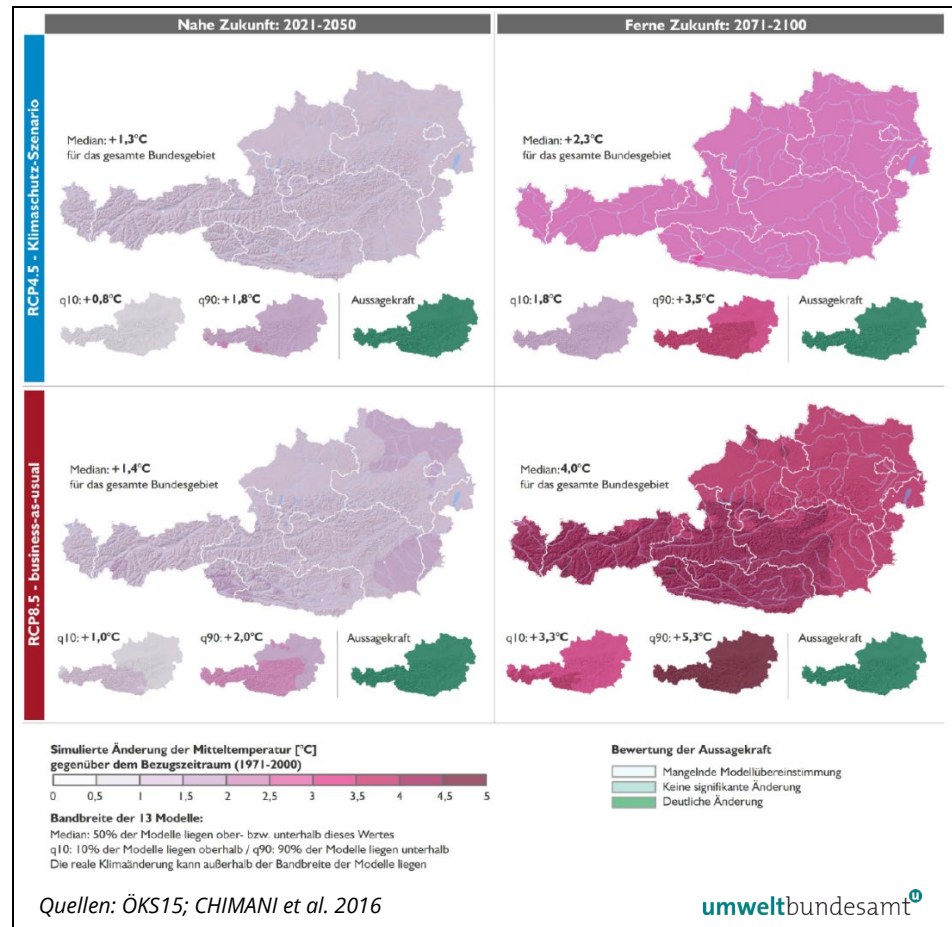
Das Jahr 2020 war das fünftwärmste Jahr in Österreich seit Beginn der 253-jährigen Messgeschichte (Jahr 1786) und lag mit einer Durchschnittstemperatur von 8,2 °C etwa 2,1 °C über dem Bezugszeitraum 1961–1990. Abgesehen von 1994 reihen sich die 15 wärmsten Jahre seit Messbeginn nach dem Jahr 2000 ein (ZAMG 2021b).

Klimaszenarien für Österreich

Klimaszenarien für Österreich (ÖKS15) berechnen deutliche Anstiege der jährlichen wie auch der saisonalen Mitteltemperatur in ganz Österreich (CHIMANI et al. 2016). Bis 2050 zeigen beide RCP⁵-Szenarien einen ähnlichen Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur von etwa 1,3 °C bis 1,4 °C. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wird in RCP8.5 mit österreichweit 4,0 °C eine wesentlich stärker ausgeprägte Temperaturzunahme als in RCP4.5 mit 2,3 °C erwartet (siehe Abbildung 4).

⁵ RCP– „Representative Concentration Pathways“; Das RCP8.5-Szenario stellt das “business-as-usual” dar (ungebremster Treibhausgas-Anstieg). Im RCP4.5-Szenario pendeln sich die Treibhausgas-Emissionen global bis 2080 bei der Hälfte ein.

Abbildung 4:
Simulierte Änderung der
Mitteltemperatur [°C] ge-
genüber dem Bezugszeit-
raum (1971–2000).



ökologische Auswirkungen

Die Folgen der Klimaerwärmung sind schon heute in Österreich spürbar und werden zukünftig verstärkt auftreten. Zu den bedeutendsten Auswirkungen einer Klimaerwärmung zählen:

- Die Hitzetage und Tropennächte nehmen zu.
- Die Vegetationsperiode verlängert sich.
- Wärmeliebende Schädlinge, wie der Borkenkäfer, treten vermehrt auf.
- Das Vorkommen von subtropischen und tropischen Stechmücken als Überträger von Krankheiten nimmt zu.
- Die Ausbreitung von allergenen Arten (wie etwa *Ambrosia artemisiifolia*) wird verstärkt.
- Es kommt häufiger zu lokalen Starkniederschlägen.
- Im Winterhalbjahr nehmen Niederschläge in Form von Regen zu.
- In niedrigen und mittleren Lagen ist mit einem Rückgang der Schneedecke und -höhe zu rechnen.
- Die Austrocknung der Böden im Sommer und vermehrte Erosion durch Starkregen führen zu Humusabbau.
- Die Wasseraufnahme der Böden verringert sich, unter anderem auch durch eine geringere Schneebedeckung im Winter.
- Rutschungen, Muren und Steinschlag nehmen zu.

- Die Waldbrandgefahr nimmt zu.
- Durch die Verkleinerung der Gletscher wird die Wasserführung der Flüsse beeinflusst, die von Gletschern gespeist werden.

ökonomische Auswirkungen

Die wetter- und klimawandelbedingten Schäden belaufen sich heute in Österreich bereits auf zumindest 2 Mrd. € im Jahresdurchschnitt (STEININGER et al. 2020). Diese Schäden werden weiter steigen, sollte es nicht zu signifikanten Emissionsreduktionen kommen. Aufbauend auf dem Projekt COIN⁶ zeigen STEININGER et al. (2020), dass die Schäden – bei einer globalen Klimaerwärmung nicht über 2 °C bis 2050 – auf zumindest rund 6–12 Mrd. € im jährlichen Durchschnitt (Preisniveau von 2019) steigen dürften, wobei sich dieser Wert bei einem höheren Temperaturanstieg noch erhöhen kann (vgl. Kapitel 1.5.6). Die angegebenen Durchschnittswerte können im Jahr des Auftretens klimawandelbedingter Extremereignisse, wie Überflutungen oder Dürren, jedoch überschritten werden. Auch lassen sich die Kosten einiger größerer Risiken, wie jene von Waldbränden und einem verstärkten Auftreten von Infektionskrankheiten, nicht vollständig in monetären Einheiten darstellen. Weitere absehbare Belastungen des öffentlichen Budgets ergeben sich u. a. aus steigenden Ausgaben für die Klimawandelanpassung, die sich heute bereits auf rund 1 Mrd. € pro Jahr belaufen und bis 2050 bei mittlerer Erwärmung rund 2 Mrd. € im Jahr betragen könnten, sowie durch mögliche Mehrausgaben im Fall der Nichterreichung der österreichischen Ziele in der EU-Klima- und Energiepolitik.

1.3 Stand der internationalen Klimaverhandlungen (UNFCCC)

Klimarahmen- konvention 1992 in Rio

Im Rahmen der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro wurde 1992 die Klimarahmenkonvention (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) – ein internationales, multilaterales Klimaschutzabkommen – mit dem Ziel unterzeichnet, die Konzentrationen der Treibhausgase in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. 197 Vertragsparteien, also nahezu alle Staaten der Welt, haben die UNFCCC bis heute ratifiziert. Das oberste Entscheidungsgremium der Klimarahmenkonvention ist die Vertragsstaatenkonferenz (Conference of the Parties, COP), in der einmal jährlich die Vertragsstaaten zusammentreffen, um die Umsetzung des Übereinkommens und den internationalen Klimaschutz voranzutreiben.

Kyoto-Protokoll 1997

Auf der dritten Vertragsstaatenkonferenz, der Klimarahmenkonvention 1997, wurde das Kyoto-Protokoll verabschiedet. Dieses enthält für die Industrieländer zum ersten Mal rechtsverbindliche Verpflichtungen zur Begrenzung und Reduzierung ihrer Treibhausgas-Emissionen. Das Kyoto-Protokoll trat 2005 in Kraft und

⁶ <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/Coinberblickv2020012015.pdf>

umfasste die Verpflichtungsperiode 2008–2012. Darin verpflichtete sich die Europäische Union (EU-15) zu einer Minderung ihrer Treibhausgas-Emissionen um 8 % gegenüber 1990. Das EU-Minderungsziel wurde intern nach der Wirtschaftskraft aufgeteilt, Österreich übernahm eine Minderung von 13 %.

Sowohl die Europäische Union als auch Österreich haben ihre jeweilige Reduktionsverpflichtung erreicht. Für Österreich ergaben sich aus der Gesamtbilanz 343,9 Mio. Einheiten (AAU, Assigned Amount Units) aus der zugeteilten Menge, abzüglich 5,0 Mio. Zertifikaten aus der Zuteilung an Emissionshandelsbetriebe (Differenz Zuteilung/Verbrauch), zuzüglich 6,8 Mio. Einheiten aus der Bilanz aus Neubewaldung und Entwaldung, zuzüglich 71,3 Mio. Emissionsgutschriften (aus projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls), die zugekauft wurden. Die Republik Österreich erfüllte am 27. Oktober 2015 mit der letzten Ausbuchung von Kyoto-Zertifikaten ihre Verpflichtung aus der ersten Periode des Kyoto-Protokolls. Weitere Details können dem Klimaschutzbericht 2015 (UMWELTBUNDESAMT 2015) entnommen werden.

Doha Amendment 2012

Bei der 18. Vertragsstaatenkonferenz zur UN-Klimarahmenkonvention in Doha im Dezember 2012 einigten sich die Länder auf eine Fortsetzung des Kyoto-Protokolls (sog. Doha Amendment). Darin ist eine zweite Verpflichtungsperiode vorgesehen, die von 1. Jänner 2013 bis 31. Dezember 2020 lief. Für diesen Zeitraum beabsichtigten die Europäische Union und einige weitere Industrieländer, ihre Treibhausgas-Emissionen weiter zu reduzieren. Gegenüber der ersten Verpflichtungsperiode gibt es folgende Änderungen: Aufnahme des Treibhausgases Stickstofftrifluorid (NF₃), Verwendung von aktualisierten Berechnungsvorschriften (2006 IPCC-Guidelines) und neue Regeln für die Erfassung der Emissionen aus Flächennutzung und Forstwirtschaft.

Das Doha Amendment tritt aus rechtlicher Sicht dann in Kraft, wenn drei Viertel der Vertragsparteien zum Kyoto-Protokoll ihre Ratifizierungsurkunden hinterlegt haben. Auf Basis der aktuellen Zahl an Vertragsparteien unter dem Kyoto-Protokoll (192) sind daher 144 Ratifizierungsurkunden dafür notwendig. Die Ratifizierung des Doha Amendment durch die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten wurde mit dem Beitritt von Polen im September 2018 abgeschlossen. Mit Stand 28. Oktober 2020 hatten es insgesamt 147 Vertragsparteien ratifiziert, dadurch trat es mit 31. Dezember noch in Kraft. Insgesamt beabsichtigten 38 Länder (die EU, ihre Mitgliedstaaten sowie Australien, Island, Kasachstan, Liechtenstein, Monaco, Norwegen, Schweiz, Ukraine und Weißrussland), ihre Emissionen in den 8 Jahren bis Ende 2020 im Durchschnitt um 18 % gegenüber 1990 zu senken. Länder wie Japan und Russland waren in der ersten Kyoto-Periode noch dabei, sind es in der zweiten Verpflichtungsperiode jedoch nicht mehr. Kanada ist während der ersten Verpflichtungsperiode vom Protokoll zurückgetreten und auch in der zweiten Periode kein Vertragspartner mehr. Die USA haben das Kyoto-Protokoll nie ratifiziert. Die Europäische Union und ihre

Mitgliedstaaten verpflichten sich zu einer Treibhausgas-Reduktion von 20 % gegenüber 1990. Diese Verpflichtung steht im Einklang mit dem EU Klima- und Energiepaket 2020 (siehe Kapitel 1.4.1).

Vorbereitung eines neuen Abkommens

Da sich unter dem Kyoto-Protokoll nur ein Teil der Industrieländer zu Emissionsreduktionen verpflichtet hat und die Treibhausgas-Emissionen von Schwellenländern nach der Jahrtausendwende stark angestiegen sind, wurde ein neues, globales Abkommen angestrebt. Auf der UN-Klimakonferenz 2010 in Cancún wurde eine Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf maximal 2 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit als langfristiges Ziel definiert. Im Jahr 2011 wurde in Durban die Entscheidung getroffen, bis 2015 ein Klimaschutzabkommen zu verhandeln, das für die Zeit nach 2020 gelten und alle Staaten verpflichten soll, einen angemessenen Beitrag zu leisten, um langfristig das 2 °C-Ziel einzuhalten.

Pariser Übereinkommen 2015

In der 21. Vertragsstaatenkonferenz (2015) in Paris wurde ein neues globales und umfassendes Klimaschutzabkommen verabschiedet, welches als historisch bezeichnet werden kann. Im Pariser Übereinkommen wird erstmals in einem völkerrechtlichen Vertrag das Ziel festgelegt, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C zu begrenzen. Darüber hinaus sollen zusätzliche Anstrengungen unternommen werden, den Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen. Der globale Emissionshöchststand soll schnellstmöglich erreicht werden, gefolgt von einer raschen Reduktion, um die anthropogenen Treibhausgas-Emissionen in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts auf null Netto-Emissionen zu reduzieren. Bei den sogenannten Netto-Emissionen werden Senken, wie z. B. Wälder und Kohlenstoffspeicher, abgezogen. Somit bedeutet dieses Ziel, dass verbleibende Rest-Emissionen vollständig durch Senken kompensiert werden müssen.

Im Jahr 2023 erstmalig und danach alle fünf Jahre soll in einer globalen Bestandsaufnahme ("global stocktake") überprüft werden, inwiefern die Reduktionsbeiträge zum langfristigen 2 °C-Ziel kompatibel sind. Ein regelmäßiges Berichtswesen gilt für alle Staaten; ausgenommen sind nur 39 kleine Inselstaaten (Entwicklungsländer) und 46 der am wenigsten entwickelten Staaten. Dieses Berichtswesen soll den Stand sowie den Fortschritt der Zielerreichung transparenter gestalten. Durch die Klimafinanzierung sollen Entwicklungsländer dabei unterstützt werden, ihre Emissionen zu reduzieren bzw. sich an die unausweichlichen Folgen des Klimawandels anzupassen. Ab 2020 sollen jährlich mindestens 100 Mrd. US-Dollar von Industriestaaten dafür zur Verfügung gestellt werden. Schwellenländer (z. B. China und Brasilien) sind aufgefordert, sich an der Finanzierung zu beteiligen.

Das Pariser Übereinkommen trat bereits am 4. November 2016 in Kraft, 30 Tage nachdem die Vertragskriterien – die Ratifikation von zumindest 55 Vertragsparteien, die für zumindest 55 % der globalen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich sind – erfüllt waren. Inzwischen haben alle 197 Vertragsparteien der UNFCCC das Abkommen entweder unterzeichnet oder sind – nach Ende der einjährigen Unterzeichnungsfrist – beigetreten.

Mit Stand Juni 2021 haben 191 Vertragsparteien das Abkommen auch ratifiziert. Für die verbleibenden sechs Staaten (Eritrea, Iran, Irak, Libyen, Türkei und Jemen) ist das Abkommen noch nicht bindend.

Im Gegensatz zum Kyoto-Protokoll sind nicht nur die Industriestaaten, sondern auch Schwellen- und Entwicklungsländer dazu verpflichtet, ihren Beitrag zu leisten, indem sie ihre national bestimmten Reduktionsvorhaben (NDCs) regelmäßig vorlegen und aktualisieren. Damit soll der Veränderung der globalen Verteilung der Treibhausgas-Emissionen Rechnung getragen werden. Während 1990 rund zwei Drittel der globalen Treibhausgas-Emissionen von den Industrieländern verursacht wurden, tragen mittlerweile Industrie- und Entwicklungsländer etwa gleich viel bei. China ist weltweit das Land mit den höchsten fossilen CO₂-Emissionen, gefolgt von den USA und der Europäischen Union. Diese drei Vertragsparteien zusammen sind für rund 52 % der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich, die Top 10 Staaten für rund 67 % (Stand: Mai 2021 für das Jahr 2018).

Das Reduktionsvorhaben der EU und ihrer Mitgliedstaaten steht im Einklang mit dem EU-Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 (siehe Kapitel 1.4.2).

weitere Ausgestaltung des Abkommens

Darüber hinaus wurde im Jahr 2015 vereinbart, die weitere Ausgestaltung des Pariser Übereinkommens – das sogenannte Regelbuch für die Umsetzung – bis Dezember 2018 abzuschließen.

Dieser Prozess wurde fristgerecht bei der 24. Vertragsstaatenkonferenz in Katowitz im Dezember 2018 weitgehend abgeschlossen. Damit ist es gelungen, ein umfassendes, robustes und von allen Vertragsstaaten getragenes Regelwerk zu schaffen, mit dem die Vorgaben und Ziele des Pariser Übereinkommens umsetzbar gemacht werden. Dies beinhaltet unter anderem Details zu den Themen Emissionsminderung, Berichtswesen, Finanzierung, Anpassung, Kapazitätsaufbau und globale Bestandsaufnahme. Bei Regeln für einen gemeinsamen Kohlenstoffmarkt konnte keine Einigung erzielt werden.

Bei der 25. Vertragsstaatenkonferenz im Dezember 2019 in Madrid konnten trotz Verlängerung und großem öffentlichen Druck nur geringe Erfolge erzielt werden. Einige Kernverhandlungspunkte – unter anderem die noch offen gebliebenen Elemente des Pariser Regelwerks (Marktmechanismen) und die weitere Ausarbeitung seiner Details (z. B. Berichtstabellen, einheitliche Zeitspannen für NDCs) – mussten vertagt oder in wenig belastbare Absichtserklärungen gegossen werden.

Im Jahr 2020 fanden aufgrund der Corona-Pandemie die Klimaverhandlungen erstmals virtuell statt, wobei auch hier keine formale Beschlussfassung möglich war.

In der auf November 2021 verschobenen COP 26 in Glasgow sollen für die Implementierung des Pariser Übereinkommens wichtige, noch ausstehende Beschlüsse entschieden werden. Die Erhöhung der Ambition (neue oder aktualisierte NDCs und Übermittlung von Langfriststrategien) und die Klimafinanzierung (Ziel der 100 Mrd. US-Dollar pro Jahr) sollen dabei auch Kern der Diskussionen sein.

1.4 Klimaneutral bis 2050 in der Europäischen Union

Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft

Die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft ist in den nächsten 30 Jahren unumgänglich, um die anthropogene Klimaänderung in einem wirtschaftlich, sozial und ökologisch akzeptablen Rahmen zu halten.

Die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten bekennen sich klar zu den Zielen des UN-Klimaschutzübereinkommens von Paris. Das übergeordnete Ziel der europäischen Klimapolitik ist die Einhaltung des 2 °C-Ziels sowie Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen. Um die Folgen des Klimawandels auf ein erträgliches Maß einzudämmen, hat sie sich zum Ziel gesetzt, dass bis 2050 keine Treibhausgas-Emissionen (netto) mehr freigesetzt werden. Die bereits beschlossenen Etappenziele für 2020 (Klima- und Energiepaket 2020, siehe Kapitel 1.4.1) und 2030 (Rahmen für EU Klima- und Energiepolitik bis 2030, siehe Kapitel 1.4.2) sollen den Weg zur Klimaneutralität ebnen, wobei auf europäischer Ebene eine Nachbesserung der bisherigen 2030-Ziele notwendig wurde.

Langfriststrategie bis 2050

Im November 2018 legte die Europäische Kommission eine Langfriststrategie bis 2050 vor (EK 2018). Sie enthält acht Szenarien für eine langfristige Klimaneutralität, die auf Emissionssenkungen in Höhe von 80–100 % abzielen. Diese steht im Einklang mit dem Übereinkommen von Paris und umfasst nahezu alle EU-Politikbereiche. Sie sieht auch wesentlich ambitioniertere Bemühungen vor als noch der „Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050“ aus dem Jahr 2011.

Die Langfriststrategie beinhaltet keine konkreten längerfristigen Ziele, sondern definiert sieben Entwicklungsbilder, auf deren Basis Szenarien zur Emissionssenkung durch die Modellierung verschiedener technischer Lösungen dargestellt werden. Sechs Szenarien zielen auf Emissionssenkungen in Höhe von 80–90 % (unter Berücksichtigung natürlicher Kohlenstoffsenken) ab und zwei entwerfen den Weg zur Klimaneutralität.

Bausteine der Langfriststrategie bis 2050 sind insbesondere Energieeffizienz und Gebäude mit Null-Emissionen, Einsatz erneuerbarer Energien und Nutzung von Strom statt fossiler Energieträger, saubere, sichere und vernetzte Mobilität,

Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz, smarte Infrastruktur sowie grenzüberschreitende und regionale Zusammenarbeit, Bioökonomie und Kohlenstoffsenken sowie CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS).

Governance-System

Im Dezember 2018 trat die Verordnung über die Governance der Energieunion in Kraft (EU VO 2018/1999). Als Teil des Paktes „Saubere Energie für Europa“ ist das Hauptziel der Verordnung, sicherzustellen, dass vor allem die Energie- und Klimaziele der EU für das Jahr 2030 (siehe Kapitel 1.4.2) sowie die langfristigen Treibhausgas-Reduktionsverpflichtungen der EU mit dem Pariser Übereinkommen vereinbar sind. Der Steuerungsmechanismus selbst basiert auf integrierten nationalen Energie- und Klimaplänen (NEKP) für einen Zeitraum von jeweils 10 Jahren ab 2021, langfristigen Strategien der EU und der Mitgliedstaaten sowie integrierten Berichten, Monitoring und Datenveröffentlichungen. Die Transparenz des Governance-Mechanismus wird durch die Konsultation der breiten Öffentlichkeit zu den NEKPs gewährleistet.

Gemäß der Verordnung waren alle Mitgliedstaaten verpflichtet, bis Ende 2019 ihre nationalen Energie- und Klimapläne (NEKP) und nationalen Langfriststrategien (LTS) zu übermitteln. Eine Abstimmung beider musste hierbei sichergestellt werden (siehe auch Kapitel 1.5.2. bzw. BMNT 2019a, b). Die nationalen Energie- und Klimapläne sind bis 30. Juni 2024 zu aktualisieren (als Entwurf bereits ein Jahr zuvor). Die nationalen Langfriststrategien sind bis Anfang 2029 zu erneuern. Darüber hinaus sind zweijährliche Fortschrittsberichte zu übermitteln (erstmalig 15. März 2023).

der europäischen Green Deal

Im Dezember 2019 präsentierte die Europäische Kommission ihren umfassenden europäischen Green Deal mit dem übergreifenden Ziel, bis 2050 Netto-Null-Treibhausgas-Emissionen zu erreichen („Klimaneutralität“). Er beinhaltet eine Reihe von politischen Initiativen, die unter anderem auch Themen angehen wie Kreislaufwirtschaft, Industrie, Gebäuderenovierung, Ökosysteme und Biodiversität, Mobilität und Landwirtschaft, und darauf abzielen, die Wirtschaft der EU für eine nachhaltige Zukunft umzugestalten (EK 2019). Die Erhöhung der Ambition auf – 55 % erfordert einen Anstieg der Investitionen um 350 Mrd. Euro jährlich von 2021–2030 im Vergleich zur Vorperiode 2011–2020 (EK 2020c).

Neben dem EU-Klimagesetz wurde als weitere Initiative des Green Deal auch der europäische Klimapakt ins Leben gerufen, um die Bevölkerung sowie alle Bereiche der Gesellschaft in den Klimaschutz mit einzubinden.

Europäisches Klimagesetz

Das europäische Klimagesetz soll nach der Annahme im Europäischen Rat (Ende Juni 2021) im 2. Halbjahr 2021 in Kraft treten. Damit werden das Ziel einer klimaneutralen EU bis 2050 und die Zielvorgabe, die Netto-Treibhausgasemissionen (Emissionen nach Abzug des Abbaus) bis 2030 gegenüber 1990 um netto mindestens 55 % zu senken, rechtlich verankert. Der Beitrag, der durch den Abbau von Emissionen in natürlichen Senken zu diesem Ziel angerechnet werden kann, wird auf 225 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent begrenzt. Zusätzlich sollen nach 2050 negative Emissionen erreicht werden und ein Prozess zur Festlegung eines Klimaziels für 2040 erstellt werden, wobei ein indikatives Treibhausgasbudget für 2030–2050 berücksichtigt werden soll.

Die EU-Institutionen und die Mitgliedstaaten sind unter Berücksichtigung von Fairness und Solidarität untereinander verpflichtet, die notwendigen Maßnahmen auf EU- und nationaler Ebene zu ergreifen, um diese Ziele zu erreichen. Die Fortschritte werden regelmäßig überprüft und die Maßnahmen gegebenenfalls angepasst, basierend auf den nationalen Energie- und Klimaplänen der Mitgliedstaaten, regelmäßigen Berichten der Europäischen Umweltagentur und den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen über den Klimawandel und seine Auswirkungen.

Auch ist die Einrichtung eines europäischen wissenschaftlichen Beirats für Klimaschutz vorgesehen. Zu dessen Aufgaben wird es unter anderem gehören, wissenschaftliche Beratung und Berichte zu EU-Maßnahmen und Klimazielen sowie zu indikativen Treibhausgasbudgets und deren Vereinbarkeit mit dem europäischen Klimagesetz und den internationalen Verpflichtungen der EU im Rahmen des Übereinkommens von Paris bereitzustellen.

“Fit for 55“-Paket

Um die Ziele des Klimagesetzes zu erreichen, hat die Kommission das Gesetzgebungspaket „Fit for 55“ Mitte Juli 2021 vorgelegt. Dieses umfasst unter anderem die Anpassung einer Reihe bestehender rechtlicher Grundlagen an das höhere Emissionsreduktionsziel:

- Im EU-Emissionshandel soll die Obergrenze für alle Emissionen noch weiter gesenkt und die jährliche Kürzung erhöht werden. Kostenlose Emissionszertifikate für den Luftverkehr sollen schrittweise abgeschafft und Schifffahrtsemissionen erstmals in das EU-Emissionshandelssystem einbezogen werden. Außerdem soll ein neues, separates Emissionshandelssystem für den Straßenverkehr und den Gebäudesektor geschaffen werden. Entsprechend dem derzeitigen Vorschlag sollen die Mitgliedsstaaten die Einnahmen aus dem Emissionshandel für klima- und energiebezogene Projekte bzw. für die Abfederung von sozialen Auswirkungen bereitstellen.
- In der Effort-Sharing Verordnung werden den Mitgliedstaaten neue strengere Emissionssenkungsziele zugewiesen. Die Zuteilung soll entsprechend den unterschiedlichen Ausgangssituationen in den einzelnen Mitgliedstaaten auf Basis des jeweiligen Pro-Kopf-BIP nach der selben Methodik erfolgen wie für die bestehenden Effort-Sharing Ziele. Für Österreich soll sich nach dem derzeitigen Vorschlag das Reduktionsziel von – 36 % auf – 48 % gegenüber 2005 erhöhen.
- In der Verordnung über Landnutzung, Forstwirtschaft und Landwirtschaft wird für den CO₂-Abbau durch natürliche Senken ein EU-Gesamtziel im Umfang von 310 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen bis 2030 festgelegt.
- Die Zielvorgabe für die Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen soll bis 2030 in der Richtlinie über erneuerbare Energien auf 40 % erhöht werden.
- Im Rahmen der Energie-Effizienz-Richtlinie soll das Effizienzziel auf 36 % bis 37 % erhöht werden.
- Weiters soll ein CO₂-Ausgleichsmechanismus eingeführt werden, um das Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen zu verringern und gleiche Wettbewerbsbedingungen zu gewährleisten.

1.4.1 EU Klima- und Energiepaket 2020

verbindliche Ziele

Mit dem Klima- und Energiepaket 2007 hat sich die EU das rechtlich verbindliche Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2020 den Ausstoß von Treibhausgasen im Vergleich zu 1990 um 20 % zu reduzieren. Der Anteil der erneuerbaren Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch ist bis 2020 EU-weit auf 20 % zu steigern. Ferner ist vorgesehen, die Energieeffizienz um 20 % im Vergleich zu einem Business as usual-Szenario zu erhöhen.

europäische Regelungen

Dazu wurden folgende Regelungen auf europäischer Ebene geschaffen:

- **Effort-Sharing Decision** (Entscheidung Nr. 406/2009/EG): Österreich hat die Treibhausgas-Emissionen der nicht vom Emissionshandel erfassten Quellen bis 2020 um 16 % gegenüber 2005 zu reduzieren. Die nationale Umsetzung dieser Entscheidung erfolgte in Österreich über das Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.g.F.).
- **Emissionshandelsrichtlinie** (EH-RL; RL 2003/87/EG, angepasst durch RL 2009/29/EG): Für Emissionshandelsunternehmen⁷ ist ein EU-weites Reduktionsziel von 21 % im Jahr 2020 gegenüber 2005 festgelegt. Die nationale Umsetzung erfolgt im Rahmen des Emissionszertifikategesetzes (EZG 2011; BGBl. I Nr. 118/2011).
- **Richtlinie erneuerbare Energien** (RL 2009/28/EG): Der Anteil der erneuerbaren Energiequellen am Bruttoendenergieverbrauch ist in Österreich bis 2020 auf 34 % zu erhöhen. EU-weit ist ein Anteil von 20 % zu erreichen.
- **Energieeffizienz-Richtlinie** (RL 2012/27/EU): Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz sollen sicherstellen, dass das übergeordnete Ziel der Union zur Energieeffizienz-Verbesserung um 20 % bis 2020 erreicht wird. In Österreich wurde diese Richtlinie mit dem Energieeffizienzgesetz (EEff-G; BGBl. I Nr. 72/2014) umgesetzt. Dieses sieht u. a. eine Stabilisierung des Endenergieverbrauchs auf 1.050 PJ bis 2020 vor.

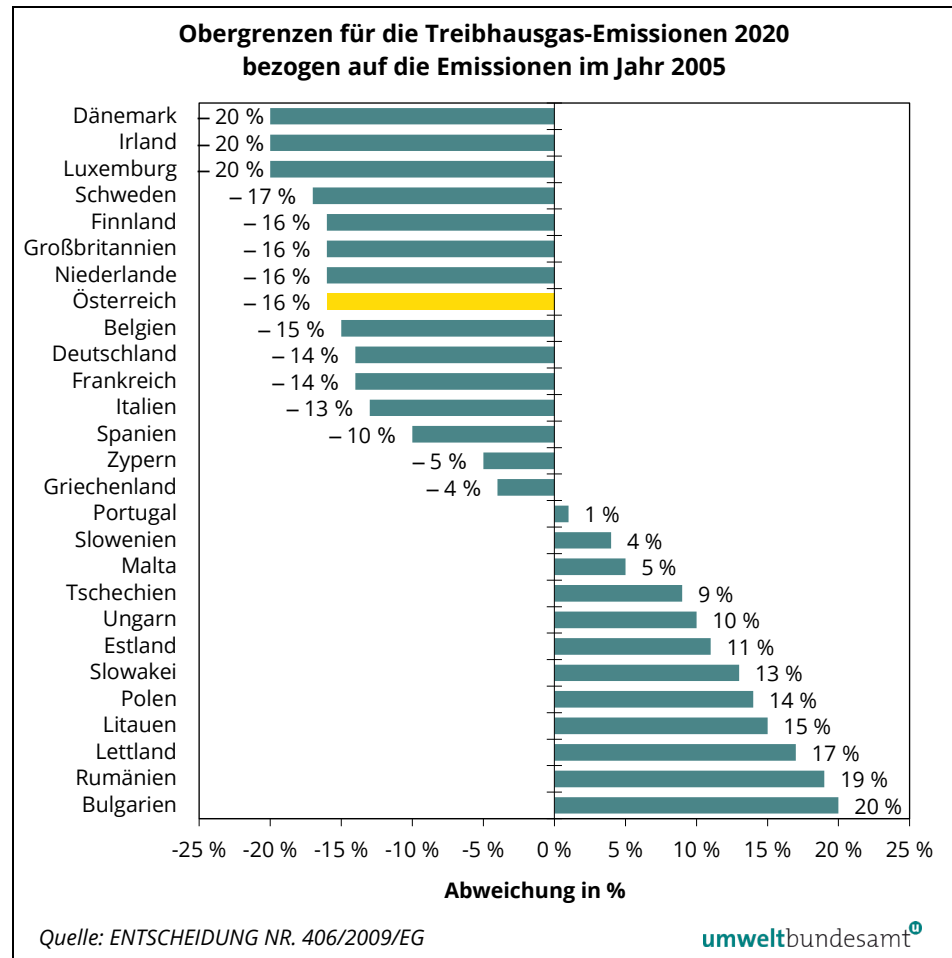
1.4.1.1 Effort-Sharing bis 2020

Für Quellen außerhalb des Emissionshandels (z. B. Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft) sieht das Klima- und Energiepaket der EU eine Verringerung der Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um rund 10 % im Vergleich zu 2005 vor.

Diese Verpflichtung wurde auf die Mitgliedstaaten entsprechend ihres wirtschaftlichen Wohlstands (BIP pro Kopf) im Rahmen der Effort-Sharing Entscheidung (ESD, Entscheidung 406/2009/EG) aufgeteilt und erstreckt sich von minus 20 % für die reichsten Länder bis zu plus 20 % für das ärmste Land (Bulgarien). (siehe Abbildung 5).

⁷ Der EU-Emissionshandel (EH) betrifft seit 2005 größere Emittenten der Sektoren Industrie und Energieaufbringung (bis 2009 nur CO₂-Emissionen). Seit 2010 sind in Österreich auch N₂O-Emissionen aus der Salpetersäureherstellung erfasst und seit 2012 auch der Luftverkehr. Der Geltungsbereich der Emissionshandelsrichtlinie wurde zuletzt 2009 erweitert (Emissionshandelsrichtlinie; RL 2009/29/EG, Anhang I), mit Gültigkeit ab 2013.

Abbildung 5:
Nationale Emissions-
obergrenzen 2020 ent-
sprechend der Effort-
Sharing Entscheidung,
relativ zu den Emissio-
nen von 2005.



**Zielwerte
für Österreich**

Österreich hat die Treibhausgas-Emissionen der nicht vom Emissionshandel erfassten Quellen von 2013 bis 2020 um 16 % gegenüber 2005 zu reduzieren. Während der 8-jährigen Verpflichtungsperiode ist ein linearer Zielpfad einzuhalten, wobei die höchstzulässigen Emissionen im Startjahr 2013 anhand der durchschnittlichen Emissionen der Jahre 2008–2010 aus Quellen außerhalb des Emissionshandels berechnet wurden.

Nach einer umfassenden Prüfung der Treibhausgas-Inventuren der Mitgliedstaaten durch die Europäische Kommission im Jahr 2012 wurden die jährlichen Emissionszuweisungen (annual emission allocations, AEA) für den Nicht-Emissionshandelsbereich im Zeitraum 2013–2020 für alle Mitgliedstaaten festgelegt und im Jahr 2013 im Beschluss Nr. 2013/162/EU veröffentlicht.

Beginnend mit der ersten Berichterstattung unter der ESD im Jahr 2015 war die Emissionsinventur verpflichtend nach neuen Berechnungsrichtlinien und mit

aktualisierten Treibhausgas-Potenzialen zu erstellen. Diese methodische Umstellung bedingte eine Änderung der ursprünglichen Zielwerte für die Mitgliedstaaten, welche ebenfalls im Beschluss Nr. 2013/162/EU enthalten sind.⁸

geänderte Zielwerte

Für Österreich legte der Beschluss einen Zielwert von 50,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent für das Jahr 2020 fest (siehe Tabelle 1). Nachdem ab 2013 auch der Emissionshandel ausgeweitet wurde, hat sich auch der Zielwert an diese Änderung angepasst (Durchführungsbeschluss 2013/634/EU, Anhang II) und lag für Österreich bei 48,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Da die Änderung im Beschluss Nr. 2013/162/EU nur die Anpassung der Treibhausgas-Potenziale berücksichtigte, aber auch die methodische Umstellung durch die Guidelines für viele Staaten eine große Auswirkung hatte (zum Teil größer als 1 % der nationalen Emissionen), mündete dieser Umstand im August 2017 in einen neuen Beschluss (Nr. 2017/1471/EU). Die Emissionshöchstmengen haben sich daher für Österreich um jeweils rund 1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent für die Jahre 2017–2020 reduziert.

Die Gegenüberstellung des aktuellen Inventurwerts für 2005 (in EH-Abgrenzung von 2013) von 56,8 Mio. Tonnen mit dem neuen Zielwert für 2020 ergibt eine Reduktion von 16 % gegenüber 2005.

Tabelle 1: Emissionszuweisungen 2013–2020 (in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) (Beschluss Nr. 2013/162/EU, Beschluss Nr. 2017/1471/EU, Durchführungsbeschluss Nr. 2013/634/EU).

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Beschluss Nr. 2013/162/EU (alt)	54,6	54,1	53,5	52,9	52,3	51,7	51,2	50,6
Beschluss Nr. 2017/1471/EU (neu)*	54,6	54,1	53,5	52,9	51,4	50,8	50,1	49,5
Durchführungsbeschluss Nr. 2013/634/EU	- 2,0	- 2,0	- 2,0	- 1,9	- 1,9	- 1,8	- 1,8	- 1,8
Emissionszuweisungen (alt)	52,6	52,1	51,5	51,0	50,4	49,9	49,4	48,8
Emissionszuweisungen (neu)	52,6	52,1	51,5	51,0	49,5	48,9	48,3	47,8

* Zahlen vom Anhang 2.

Effort Sharing-Register

Die Mitgliedstaaten müssen die Einhaltung des linearen Zielpfades jährlich im Effort-Sharing-Register darstellen. Neben der Nutzung der jährlichen nationalen Emissionszuweisungen (AEA) kann hierbei auch auf AEA des Folgejahres in Höhe von 5 % vorgegriffen werden. Überschüssige AEA können im Effort-Sharing-Register auf die Konten der Folgejahre transferiert werden. Ferner können AEA von anderen Mitgliedstaaten (unbegrenzt) zugekauft werden.

⁸ Neue Guidelines: IPCC 2006 statt der bisher geltenden IPCC 1996 Guidelines bzw. IPCC 2000 Good practice Guidelines (GPG) sowie Wechsel auf Global Warming Potentials (GWP) aus dem 4. Sachstandsbericht (AR4) des IPCC: Während das GWP von Methan (CH₄) von 21 auf 25 erhöht wurde, wurde jenes von Lachgas (N₂O) von 310 auf 298 reduziert. Die Fluorierten Gase (F-Gase) weisen ein besonders hohes Treibhausgas-Potenzial auf, erhöht haben sich hier v. a. die GWP der HFC.

Folgen zu hoher Emissionen

Wenn es trotz der genannten Flexibilitäten nicht möglich ist, ausreichend Emissionszuweisungen und Projektgutschriften für die Abdeckung der Emissionen bereitzustellen, sind die Mehremissionen im Folgejahr zu kompensieren, ein Strafzuschlag in Höhe von 8 % auf den säumigen Betrag wird fällig, ein Plan mit Korrekturmaßnahmen ist der Europäischen Kommission vorzulegen und Transaktionen vom Konto im Effort-Sharing-Register werden blockiert.

In Österreich steht für die Emissionen der Jahre 2019–2020 noch ein Restguthaben von rund 5,5 Mio. AEA aus den Jahren 2013–2016 zur Verfügung. Von dem ursprünglichen Überschuss aus 2013–2016 von insgesamt 9,0 Mio. AEA wurde bereits ein Teil für die Abrechnung der Jahre 2017 und 2018 verbraucht. Für das Jahr 2019 werden voraussichtlich 1,9 Mio. Tonnen zur Deckung der Lücke erforderlich sein. Der Abzug erfolgt nach Abschluss des ESD-Reviews mit Ende 2021. Für das letzte Jahr der Verpflichtungsperiode, 2020, würden somit noch 3,6 Mio. Tonnen zusätzlich zu der zugeteilten Menge zur Verfügung stehen.

Durch den wirtschaftlichen Abschwung im Jahr 2020 aufgrund der COVID-19-Pandemie ist von vorübergehend sinkenden Treibhausgas-Emissionen auszugehen, wodurch zusammen mit den verbliebenen Rücklagen aus den Jahren 2013–2016 die Einhaltung des Zielpfads über die gesamte Periode 2013–2020 sichergestellt ist.

1.4.1.2 Erneuerbare Energie

Steigerung auf mind. 34 %

Ziel der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RL 2009/28/EG) ist es, den Anteil von erneuerbaren Energieträgern in der EU bis zum Jahr 2020 auf insgesamt mindestens 20 % des Bruttoendenergieverbrauchs zu erhöhen. Österreich musste bis 2020 seinen Anteil an erneuerbaren Energien auf zumindest 34 % steigern. Für die Zweijahresperioden, beginnend ab 2011/12 bis 2017/18, wurden indikative Zwischenziele gesetzt. Die Richtlinie definiert neben dem übergeordneten Ziel für erneuerbare Energieträger ein Subziel für den Verkehrssektor: Bis 2020 musste jeder Mitgliedstaat mindestens 10 % der im Verkehr eingesetzten Energiemenge durch erneuerbare Energieträger (z. B. Biokraftstoffe oder Strom aus erneuerbaren Energiequellen) aufbringen.

Ziel ist erreichbar

Im Jahr 2019 lag der Anteil erneuerbarer Energien in Österreich bei 33,6 % (STATISTIK AUSTRIA 2020a), wobei im Verkehrsbereich bereits ein Biokraftstoff-Einsatz von rund 6,2 % (gemessen am Energieinhalt) erreicht wurde (BMK 2020a). Durch den wirtschaftlichen Abschwung im Jahr 2020 ist von einer Zielerreichung auszugehen.

1.4.1.3 Energieeffizienz

nationale Energieeffizienzziele

Am 25. Oktober 2012 wurde die Richtlinie 2012/27/EG zur Energieeffizienz erlassen. Mit dieser Richtlinie wird ein gemeinsamer Rahmen für Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz in der Union geschaffen. Dies soll einerseits sicherstellen, dass das übergeordnete Energieeffizienzziel der Union von 20 % bis 2020 erreicht wird, und andererseits weitere Energieeffizienz-Verbesserungen für die Zeit danach vorbereiten. Diese Richtlinie legt indikative nationale Energieeffizienzziele bis 2020 fest.

Die Richtlinie sieht rechtsverbindliche Maßnahmen vor, um die Bemühungen der Mitgliedstaaten für einen sparsameren Umgang mit Energie in allen Abschnitten der Energiewertschöpfungskette – von der Umwandlung über die Verteilung bis hin zum Endverbrauch – voranzubringen. Dazu zählt auch die Auflage für alle Mitgliedstaaten, Energieeffizienzverpflichtungssysteme einzuführen oder vergleichbare politische Maßnahmen zu ergreifen. Dies soll zu einer verbesserten Energieeffizienz in Haushalten, Unternehmen und im Verkehr führen. Außerdem sieht die Richtlinie unter anderem vor, dass die öffentliche Hand eine Vorreiterrolle übernimmt.

Die nationale Umsetzung der EU-Richtlinie erfolgte mit dem Energieeffizienzgesetz (EEffG; BGBl. I Nr. 72/2014), welches im Juli 2014 vom Nationalrat beschlossen wurde. Dieses sieht u. a. eine Stabilisierung des Endenergieverbrauchs auf 1.050 PJ bis 2020 vor.

Im Jahr 2019 lag der energetische Endverbrauch in Österreich bei 1.139 PJ (STATISTIK AUSTRIA 2020a). Vorläufige Daten für 2020 gehen von einem Rückgang auf 1.055 PJ aus, wobei es sich nicht um einen nachhaltigen Rückgang aufgrund von systemischen Änderungen, sondern vor allem aufgrund der COVID-19-Krise handelt.

1.4.1.4 Europäisches Emissionshandelssystem (EU ETS)

Geltungsbereich

betreffene Anlagen

Auf Grundlage der Emissionshandelsrichtlinie (EH-RL; RL 2003/87/EG i.d.g.F.) betrifft der EU-Emissionshandel seit 2005 größere Emittenten des Sektors Energie und Industrie, vor allem Energiewirtschaftsanlagen und energieintensive Industriebetriebe. Auf Seiten der Industrie wesentlich betroffen vom Emissionshandel sind etwa die Eisen- und Stahlerzeugung (und -verarbeitung), die Nichteisenmetallherstellung, die mineralische Industrie (Zement, Kalk, Keramik, Gips) sowie die Raffinerie- und Prozessanlagen der Chemischen Industrie. Derzeit sind in Österreich ca. 200 stationäre Anlagen vom EU-Emissionshandel erfasst. Für die Periode ab 2021 bleibt der Geltungsbereich gleich.

Luftverkehr

Basierend auf der Richtlinie 2008/101/EG umfasst der Emissionshandel seit 2012 auch den Sektor Luftverkehr. Österreich ist für die Verwaltung von ca. 15 Luftfahrzeugbetreibern zuständig. Ursprünglich sollten alle nationalen

und internationalen Flüge, die von oder an einem Flughafen in der Europäischen Union starten oder landen, vom EU-Emissionshandel erfasst werden. Jedoch beschloss die ICAO⁹-Generalversammlung im Oktober 2013, eine globale marktbasierende Maßnahme zur Eindämmung der klimawirksamen Emissionen aus dem Flugverkehr zu entwickeln. Diese wird voraussichtlich ab 2021 wirksam werden. In Reaktion darauf verabschiedete die Europäische Union die beiden Verordnungen 421/2014/EU und 2392/2017/EU, sodass 2013–2023 nur Flüge innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) in den Emissionshandel einbezogen werden. Sobald die marktbasierende Maßnahme durch die ICAO beschlossen ist, soll geprüft werden, wie dieses Instrument in Unionsrecht übernommen werden kann.

Zuteilung 3. Handelsperiode (2013–2020)

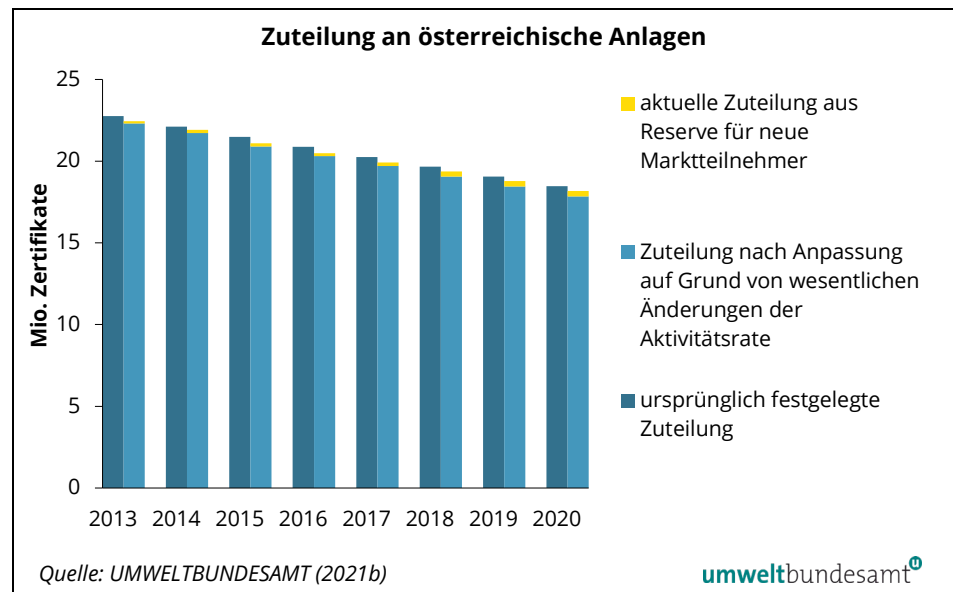
Das Ziel für den Bereich des Emissionshandels im Bereich der stationären Anlagen ist eine Senkung der Emissionen um 21 % bis zum Jahr 2020 im Vergleich zu 2005. Seit 2013 ist neben einer EU-weit festgesetzten Höchstmenge an kostenfreien Zertifikaten auch die Vergabe durch Versteigerung als Grundprinzip vorgesehen. So ist für die Stromerzeugung – von wenigen Ausnahmen abgesehen – keine kostenlose Zuteilung mehr zulässig. Für Sektoren, die dem Risiko einer Verlagerung von Produktion und CO₂-Emissionen in Länder ohne Emissionshandel (Carbon Leakage) unterliegen, wurden für die Zuteilung von Gratiszertifikaten Referenzwerte für die Treibhausgas-Effizienz – sogenannte Treibhausgas-Benchmarks – entwickelt. Um die Gratiszuteilung mit der Gesamtmenge in Einklang zu bringen, wurde ein sektorübergreifender Korrekturfaktor festgelegt.

Treibhausgas-Benchmarks

Zuteilung von Zertifikaten

Im Jahr 2019 war in Österreich eine kostenfreie Zuteilung für 172 Anlagen vorgesehen, mit einer Gesamtzuteilung von 18,8 Mio. Zertifikaten im Jahr 2019 bzw. 18,2 Mio. Zertifikaten im Jahr 2020 (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6:
Zertifikat-Zuteilung an österreichische Anlagen 2013–2020.



⁹ International Civil Aviation Organization

Dies entsprach 2013–2019 durchschnittlich 70 % der geprüften Emissionen und über die gesamte Periode (2013–2020) durchschnittlich 58 % der Emissionen der Emissionshandelsbetriebe in der Basisperiode¹⁰, wobei im Jahr 2013 etwa 64 % gegenüber der Basisperiode zugeteilt wurden; im Jahr 2020 werden es etwa 52 % sein.

Die kostenfreie Zuteilung für stationäre Anlagen entsprach 2020 mit 18,2 Mio. Zertifikaten rund 67 % der geprüften Emissionen, die 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent betragen.

Die für die Handelsperiode 2013–2020 ursprünglich festgelegte Zuteilung hat sich in der Zwischenzeit einerseits durch wesentliche Aktivitäts- und Kapazitätsverringerungen sowie Anlagenschließungen reduziert und andererseits durch Zuteilung aus der Reserve für neue Marktteilnehmer erhöht. Die derzeit vorgesehene Zuteilung für die Jahre 2013–2020 liegt über die gesamte Periode um 1,5 % unter der ursprünglich vorgesehenen. Dabei sank die regulär vorgesehene Zuteilung über die gesamte Periode um 4,4 Mio. Zertifikate, während zusätzliche Zuteilungen an Anlagen aus der Reserve für neue Marktteilnehmer 1,9 Mio. Zertifikate umfassen.

Strukturelle Maßnahmen zur Stärkung des EU-Emissionshandelssystems

Überschuss an Zertifikaten

Seit 2009 hat sich im EU-Emissionshandelssystem ein Überschuss an Zertifikaten am Markt gebildet, der hauptsächlich auf die EU-weite Überallokation in der zweiten Handelsperiode (2008–2012), die Wirtschaftskrise 2008–2009 und den Zukauf von günstigen Projektgutschriften aus Drittstaaten (v. a. aus dem Clean Development Mechanism – CDM) zurückzuführen ist. Laut Schätzungen der Europäischen Kommission betrug der Überschuss aus der 2. Handelsperiode EU-weit ungefähr 2 Mrd. Zertifikate und hätte ohne strukturelle Maßnahmen bis zum Jahr 2020 auf 2,6 Mrd. Zertifikate ansteigen können (EK 2014b). Die Folge dieser Situation waren niedrigere Kohlenstoffpreise und somit geringere Anreize für die Reduktion von Emissionen. Zur Verringerung des Zertifikatsüberschusses wurden folgende kurz- und mittelfristige Maßnahmen getätigt:

durchgeführte Maßnahmen

Im Februar 2014 beschloss die EU mit einer Novelle der EU-Versteigerungsverordnung (VO 176/2014/EU) in den ersten Jahren der 3. Handelsperiode insgesamt 900 Mio. Zertifikate aus dem Versteigerungstopf zurückzuhalten und erst gegen Ende der Periode auf den Markt zu bringen (Backloading). Im Oktober 2015 wurde die dauerhafte Einrichtung einer Marktstabilitätsreserve beschlossen (Beschluss Nr. 1814/2015/EU), die seit 2019 operativ ist. Übersteigt der Zertifikatsüberschuss am Markt einen vorgegebenen Wert, fließt ein Teil¹¹ der zur Versteigerung vorgesehenen Zertifikate der Marktstabilitätsreserve zu.

¹⁰ Die Basisperiode umfasste wahlweise die Jahre 2005–2008 oder die Jahre 2009–2010, wenn die historische Aktivitätsrate der Anlage 2009–2010 höher war.

¹¹ Dieser Teil wird mit 12 % der im Vorjahr in Umlauf befindlichen Zertifikate bemessen. Die Europäische Kommission hat diese jedes Jahr zu ermitteln und bekanntzugeben. Im Rahmen der Revision der Emissionshandelsrichtlinie wird dieser Prozentsatz bis Ende 2023 verdoppelt.

Umgekehrt werden Zertifikate aus der Reserve zur Versteigerung freigegeben¹², wenn das Angebot am Markt einen bestimmten Wert unterschreitet. Zertifikate aus dem Backloading wurden dieser Reserve zugeführt. Auch nicht zugeteilte Zertifikate aufgrund von Stilllegungen und aus der Reserve für neue Marktteilnehmer wurden im Jahr 2020 in die Marktstabilitätsreserve überführt.

Für die 4. Handelsperiode von 2021 bis 2030 wurden mit der Revision der Emissionshandelsrichtlinie weitergehende Maßnahmen zur Stärkung des EU-Emissionshandelssystems beschlossen (siehe Kapitel 1.4.2.1).

1.4.2 EU-Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030

Um sicherzustellen, dass die EU die Emissionsreduktionen auf dem kosteneffizientesten Weg erreicht, wurde von den europäischen Staats- und Regierungschefs im Oktober 2014 ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 angenommen (EK 2014a). Dieser setzte das Klima- und Energiepaket 2020 fort und stand im Einklang mit den Zielen bis 2050.

Bestehende Reduktionsziele

Demnach sind die Treibhausgas-Emissionen bis 2030 innerhalb der EU um mindestens 40 % zu senken (im Vergleich zu 1990). Um dies zu erreichen, sollen die Emissionen der Sektoren außerhalb des Emissionshandels um 30 % (auf Basis 2005) reduziert werden. Dieses Subziel wurde im Wege einer Revision der bestehenden Effort-Sharing-Entscheidung der EU auf die Mitgliedstaaten aufgeteilt (siehe Kapitel 1.4.2.1). Für den EU-Emissionshandel wurde ein Emissionsreduktionsziel von 43 % bis 2030 (gegenüber 2005) vereinbart. Die jährliche Emissionsobergrenze im Emissionshandel soll ab 2021 jährlich um 2,2 % sinken. Im Vergleich dazu beträgt die jährliche Verringerungsrate bis zum Jahr 2020 1,74 %.

Der Anteil der Erneuerbaren an der Energieversorgung soll nach einer Revision im Jahr 2018 nicht, wie ursprünglich vereinbart auf 27 %, sondern auf mindestens 32 % steigen (jedoch ohne verbindliche Aufteilung auf die Mitgliedstaaten). Die Energieeffizienz wurde ebenfalls 2018 nach oben revidiert und soll sich nun um mindestens 32,5 % (gegenüber der Baseline-Berechnung) verbessern.

Zielverschärfung-durch „Fit for 55“ Paket

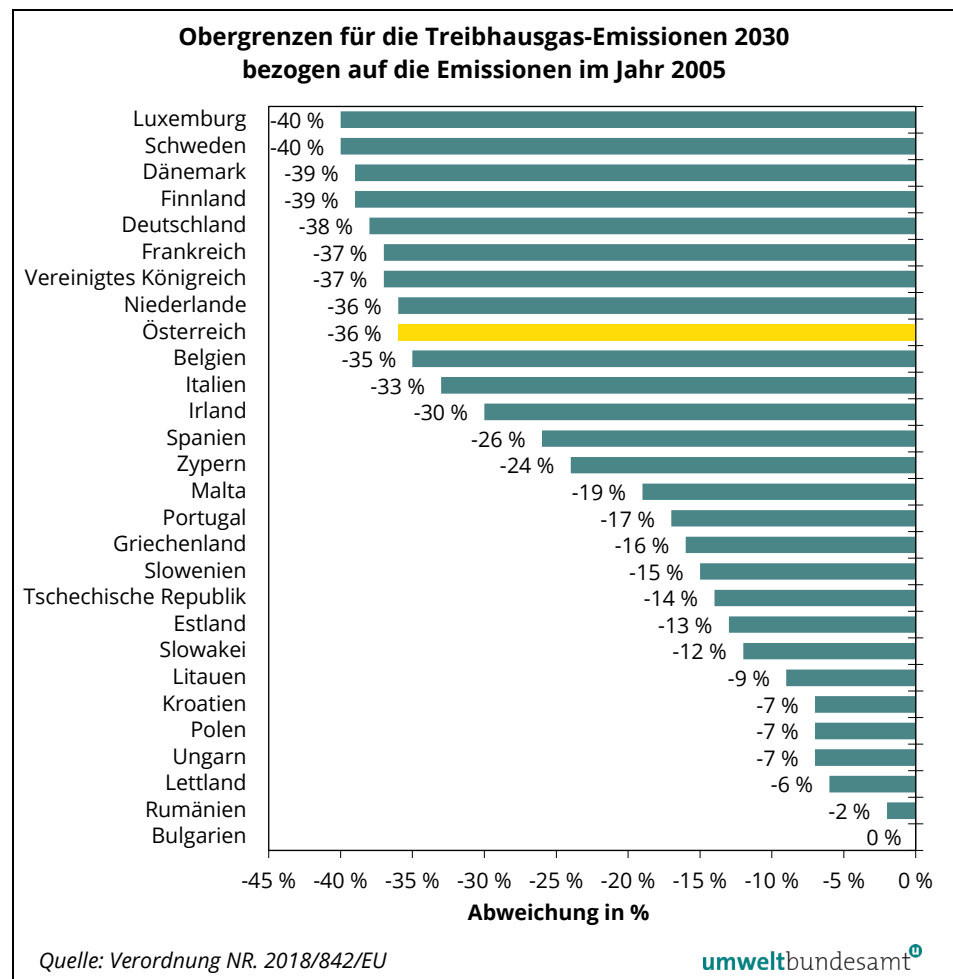
Nachdem im Rahmen des europäischen Green Deals das Ziel bis 2030 von 40 % auf eine Netto-Treibhausgasreduktion von mindestens 55 % erhöht werden soll, hat die Kommission mit dem „Fit for 55“ Paket Mitte Juli 2021 einen Vorschlag für eine Aktualisierung der bisherigen Klimagesetzgebung vorgelegt. Dabei sollen insbesondere das Emissionshandelssystem, die Effort-Sharing-Verordnung mit den Emissionsreduktionszielen der Mitgliedstaaten, die Verordnung über Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft aktualisiert sowie die Ziele für Erneuerbare und Energieeffizienz verschärft werden.

¹² Diese Menge ist mit 100 Mio. Zertifikaten fixiert.

1.4.2.1 Effort-Sharing 2021–2030

Am 14. Mai 2018 wurde die Effort-Sharing-Verordnung (ESR, 2018/842/EU) beschlossen. Die Aufteilung des Europäischen Gesamtziels für 2030 (– 30 % gegenüber 2005) wurde grundsätzlich mittels BIP pro Kopf in nationale Ziele umgelegt. Für Mitgliedstaaten mit überdurchschnittlichem BIP pro Kopf wurde dieses Ziel durch ein zusätzliches Kosteneffizienzkriterium angepasst. Die daraus resultierenden Ziele für 2030 reichen von 0 % bis – 40 % im Vergleich zum Basisjahr 2005.

Abbildung 7:
Nationale Emissions-
obergrenzen 2030 ent-
sprechend der Effort-
Sharing-Verordnung, re-
lativ zu den Emissionen
von 2005.



**österr. Reduktionsziel:
– 36 %**

Für Österreich wurde das Ziel bis 2030 mit – 36 % gegenüber 2005 festgelegt, wobei – wie bereits in der Periode 2013–2020 – ein linearer Zielpfad zur Anwendung kommt. Als Startwert des Zielpfades wurde grundsätzlich für jedes Mitgliedsland der Durchschnitt von 2016–2018 festgelegt.

Die Festlegung des jährlichen Zielpfades 2021–2030 erfolgte Ende 2020 nach einem umfangreichen ESD-Review der Inventurzahlen mit Schwerpunkt auf dem Basisjahr 2005 und den Jahren 2016–2018 und wurde mittels Durchführungsbeschluss (EU 2020/2126) rechtlich verankert.

Tabelle 2: Emissionszuweisungen 2021–2030 für Österreich (in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) (Quelle: DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2020/2126), ANHANG II).

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Zielpfad 2021–2030	48,8	47,4	46,0	44,7	43,3	41,9	40,6	39,2	37,8	36,5

Neu ist, dass neben den bisher in der Effort-Sharing-Entscheidung vorgesehenen Flexibilitäten auch die Anrechenbarkeit von Emissionen und Senken aus dem Landnutzungs- und Forstwirtschaftssektor vorgesehen ist. Für Österreich sind das insgesamt bis zu 2,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent über die gesamte Periode 2021–2030 (siehe auch Kap. 1.4.2.3.).

Zusätzlich erhalten einige Mitgliedstaaten die Möglichkeit, einen begrenzten Beitrag durch Löschung von Zertifikaten aus dem Emissionshandelssystem anzurechnen (für Österreich jährlich bis zu 2 % der Emissionen von 2005, in Summe somit etwa 11,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent). Österreich hat bei der Europäischen Kommission bekanntgegeben, dass es diese Flexibilität im Bedarfsfall ausschöpfen will.

Abrechnungszeitraum

Im Gegensatz zur derzeitigen Regelung wird die Abrechnung statt jährlich nur noch alle fünf Jahre erfolgen. Wenn die jährlichen Berichte allerdings eine Abweichung vom Zielpfad erkennen lassen, müssen Maßnahmenpläne inklusive eines Zeitplans vorgelegt werden, die eine jährliche Überprüfung ihrer Umsetzung und Wirkung erlauben.

Zielverschärfung durch „Fit for 55“ Paket

Die Erhöhung des Gesamtziels im Rahmen des EU-Klimagesetzes von – 40% auf – 55% gegenüber 1990 impliziert auch eine Anpassung der nationalen Zielpfade unter ESR. Für Österreich bedeutet das nach dem derzeitigen Vorschlag im Rahmen des „Fit for 55“ Pakets eine Verschärfung von – 36 % gegenüber 2005 auf – 48 % gegenüber 2005.

1.4.2.2 Emissionshandel 2021–2030

Stärkung des Emissionshandels in der 4. Periode

Mit der Revision der Emissionshandelsrichtlinie (RL 2018/401/EU) wurde das Emissionshandelssystem für die 4. Handelsperiode (2021–2030) reformiert. Zur Stärkung des Emissionshandels, insbesondere vor dem Hintergrund des Pariser Übereinkommens und des hohen Zertifikatsüberschusses, erfolgen gegenüber der 3. Handelsperiode folgende Änderungen:

- Die jährliche lineare Reduktion der Gesamtmenge von EU-Emissionszertifikaten wird ab 2021 von 1,74 % auf 2,2 % erhöht, um einen ausreichenden Beitrag für die Erreichung der Ziele des Energie- und Klimapakets 2030 zu gewährleisten.

- Der Abbau der überschüssigen Zertifikate durch Überführung in die Marktstabilitätsreserve wird bis Ende 2023 verdoppelt.¹³
- Ab 2023 werden in der Marktstabilitätsreserve befindliche Zertifikate, die über das Ausmaß der im vorangegangenen Jahr versteigerten Zertifikate hinausgehen, gelöscht.
- Mitgliedstaaten steht die freiwillige Löschung von Zertifikaten offen, die aufgrund der Stilllegung von Stromerzeugungskapazitäten nicht mehr benötigt werden.

**Versteigerung
weiterhin Grundprinzip**

Die Handelsperiode wird auf 10 Jahre ausgeweitet und in zwei Zuteilungszeiträume (2021–2025 und 2026–2030) geteilt. Die Versteigerung stellt weiterhin das Grundprinzip der Zuteilung dar, wobei der Versteigerungsanteil 57 % der Gesamtmenge an Zertifikaten beträgt. Während ursprünglich bis 2027 das Auslaufen der kostenfreien Zuteilung vorgesehen war, wird nunmehr in der 4. Handelsperiode die kostenfreie Zuteilung mit den folgenden Eckpunkten fortgeführt:

**Eckpunkte der
kostenfreien Zuteilung**

- Für energieintensive Sektoren, bei denen das Risiko einer Verlagerung von CO₂-Emissionen in Länder ohne Emissionshandel besteht (Carbon Leakage), wird dieses Risiko mit einem neuen Kriterium abgeschätzt. Dabei werden die Handels- und Emissionsintensität kombiniert betrachtet. Carbon Leakage-Sektoren erhalten weiterhin 100 % Gratiszuteilung. Für Nicht-Carbon Leakage-Sektoren beträgt der Anteil der Gratiszuteilung für die erste Zuteilungsperiode 30 %, danach wird dieser Anteil bis 2030 schrittweise auf 0 % abgesenkt. Das gilt jedoch nicht für Fernwärme, die durchgehend bis 2030 eine kostenlose Zuteilung in Höhe von 30 % erhält.
- Die in der 3. Handelsperiode geltenden Benchmarks werden dem technischen Fortschritt entsprechend aktualisiert. Diese Aktualisierung wird für beide Zuteilungsperioden jeweils auf Basis der tatsächlichen Effizienzverbesserungen ermittelt, die Verbesserungsraten liegen bei mindestens 0,2 % und höchstens 1,6 % pro Jahr.
- Damit die Summe der Einzelzuteilungen nicht die verfügbare Menge an kostenfreien Zertifikaten übersteigt, kann ein sektorübergreifender Korrekturfaktor vorgesehen werden. Um jedoch eine sektorübergreifende Kürzung der Zuteilung möglichst zu vermeiden, kann der Versteigerungsanteil zugunsten der kostenfreien Zuteilung um bis zu 3 % abgesenkt werden.

Bei wesentlichen Änderungen der Produktion erfolgt eine Anpassung der Zuteilung, sofern sich die Produktionsmenge im Schnitt von zwei Jahren um mehr als 15 % im Vergleich zu jener Produktionsmenge ändert, die der ursprünglichen Zuteilung zugrunde lag.

¹³ Der Beschluss Nr. 1814/2015/EU sieht vor, die zu versteigernden Zertifikate im Ausmaß von 12 % der im Vorjahr in Umlauf befindlichen Zertifikate in die Marktstabilitätsreserve überzuführen. Dieser Anteil wird mit der Reform des Emissionshandels bis Ende 2023 befristet auf 24 % erhöht.

**Unterstützung für
Übergang zu CO₂-
armer Wirtschaft**

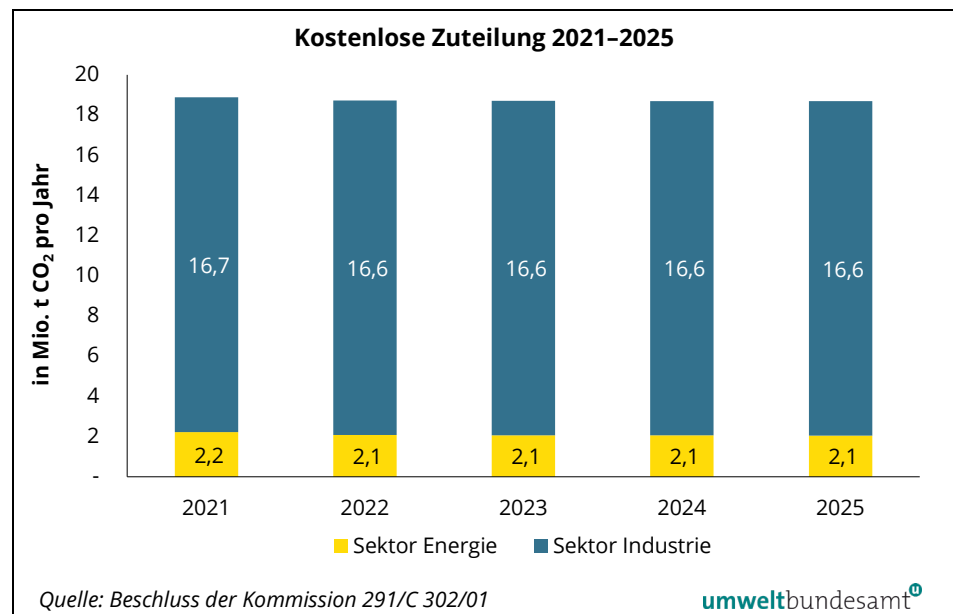
Für den Übergang zu einer CO₂-armen Wirtschaft werden Unterstützungsmechanismen fortgeführt bzw. ausgeweitet. Der Modernisierungsfonds dient zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Modernisierung der Energiesysteme in Mitgliedstaaten mit einem deutlich unterdurchschnittlichen Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt. Im Rahmen des Innovationsfonds werden insbesondere Neuerungen auf den Gebieten der CO₂-Reduktion, des Ersatzes von CO₂-intensiven Prozessen und Technologien und von erneuerbaren Energien gefördert.

**kostenlose Zuteilung
ab 2021**

Anträge auf kostenlose Zuteilung im Zeitraum 2021–2025 waren bis zum 30. Juni 2019 einzubringen. In Österreich wurden für 170 Anlagen Anträge eingebracht, welche nach eingehender Prüfung im Herbst 2019 an die EU-Kommission notifiziert wurden. Im März 2021 wurden von der EU-Kommission aus den gemeldeten und geprüften Daten EU-weit die aktualisierten Benchmark-Werte für den Zeitraum 2021–25 ermittelt. Für die meisten der 54 Benchmarks ergab sich auf Grund des technischen Fortschrittes eine maximale Verbesserungsrate von 1,6 % pro Jahr, womit die jeweiligen Benchmarkwerte 2021–2025 um 24 % unter den Werten der dritten Periode liegen. Nur für wenige Sektoren beträgt die Verbesserungsrate weniger als der Mindestwert von 0,2 % pro Jahr. Für diese Sektoren liegen die jeweiligen Benchmarkwerte 2021–25 um 3 % unter den Werten der 3. Periode. Die endgültige Zuteilung wurde anhand dieser aktualisierten Benchmarks und der Carbon Leakage-Faktoren ermittelt. Da EU-weit die Summe der beantragten Zuteilungen unter dem für die kostenlose Zuteilung vorgesehenen Höchstwert liegt, ist ein sektorübergreifender Korrekturfaktor für den Zeitraum 2021–2025 nicht anzuwenden, womit die Zuteilung in diesem Zeitraum annähernd gleichbleibt.

Abbildung 8 zeigt die Zuteilung für österreichische Anlagen im Zeitraum 2021–2025. Die kostenlose Zuteilung in diesem Zeitraum liegt dabei etwa auf dem Niveau der Zuteilung 2019. Eine Anpassung der kostenlosen Zuteilung in Abhängigkeit von der Produktionsmenge erfolgt erstmals im Jahr 2021 auf Basis der Produktionsmengen der Jahre 2019 und 2020.

Abbildung 8:
Zuteilung für österreichische Emissionshandelsanlagen 2021–2025.



**Zielverschärfung durch
"Fit for 55" Paket**

Mit der Verschärfung des Gesamtziels im Rahmen des EU-Klimagesetz von – 40 % auf – 55 % gegenüber 1990 wird auch das Reduktionsziel für den Emissionshandel angepasst werden. Zielvorgaben und Änderungen des Emissionshandelssystems wurden seitens der EU-Kommission im Juli 2021 im Rahmen des „Fit for 55“ Pakets vorgeschlagen. Es soll die Obergrenze für alle Emissionen noch weiter gesenkt und die jährliche Kürzung erhöht werden. Kostenlose Emissionszertifikate für den Luftverkehr sollen schrittweise abgeschafft und Schifffahrtsemissionen erstmals in das EU-Emissionshandelssystem einbezogen werden. Außerdem soll ein neues, separates Emissionshandelssystem für den Straßenverkehr und den Gebäudesektor geschaffen werden. Entsprechend dem derzeitigen Vorschlag sollen die Mitgliedsstaaten die Einnahmen aus dem Emissionshandel für klima- und energiebezogene Projekte bzw. für die Abfederung von sozialen Auswirkungen bereitstellen.

1.4.2.3 LULUCF- Verordnung 2021–2030**Anrechnungsregeln für
Emissionen und
Senken**

Die LULUCF-Verordnung (2018/841/EU), welche am 18. Mai 2020 gemeinsam mit der Effort-Sharing-Verordnung verabschiedet wurde, regelt die Anrechnung von Emissionen und Senken aus dem Landnutzungssektor (LULUCF) gegenüber den Effort-Sharing-Zielen für die zwei Anrechnungsperioden 2021–2025 und 2026–2030. Dafür wurde ein komplexes Anrechnungsregelwerk erschaffen, welches aus unterschiedlichen Regeln je nach Landnutzungskategorie besteht. Zu den anrechenbaren Kategorien zählen bewirtschaftete Waldflächen, aufgeforschte Waldflächen, entwaldete Waldflächen, bewirtschaftete Ackerflächen, bewirtschaftetes Grünland und ab 2026 auch bewirtschaftete Feuchtgebiete.

Für bewirtschaftete Waldflächen wird zum Beispiel für jedes Land ein sogenannter Referenzwert (Delegierte VO 2021/268/EU) je Anrechnungsperiode definiert, gegen welchen die tatsächlich angefallenen Emissionen und Senken angerechnet werden. Je nachdem, ob diese Emissionen/Senken über oder unter dem Referenzwert liegen, werden entweder Guthaben („Credits“) oder Lastschriften („Debits“) verbucht.

Die LULUCF-Verordnung schreibt fest, dass die Summe aller Guthaben oder Lastschriften aus den Anrechnungskategorien eines Landes nicht größer als Null sein darf („no-debit-rule“). Im Falle dass ein Land also mehr Lastschriften als Guthaben aus den anrechenbaren Kategorien erzielt, muss dieser Überschuss an Lastschriften als zusätzliche Emission dem Ergebnis der Emissionen unter dem ESR zugeschlagen und somit durch zusätzliche Reduktionen in den ESR-Sektoren kompensiert werden. Tritt der umgekehrte Fall auf und das Land hat mehr Guthaben als Lastschriften, dann kann der Überschuss an Guthaben verwendet werden, um die Emissionen unter dem ESR zu kompensieren. Die Möglichkeit zur Kompensation im ESR ist allerdings je Land gedeckelt. Sie beträgt für Österreich maximal 2,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent über den gesamten Zeitraum 2021–2030 gegenüber den Effort-Sharing-Zielen, was also 0,25 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent pro Jahr entspricht. Das sind derzeit in etwa 3 Promille der jährlichen Emissionen Österreichs.

Daneben enthält die LULUCF-Verordnung weitere Regelungen, die gewisse Deckelungen, Flexibilitäten für Kategorien oder spezielle methodische Voraussetzungen für die Berechnung des LULUCF-Sektors definieren und auf welche hier aufgrund der Komplexität nicht näher eingegangen wird.

**Zielverschärfung durch
"Fit for 55" Paket**

Im Vorschlag zur überarbeiteten LULUCF-Verordnung bleiben die Anrechnungsmodalitäten für die erste Anrechnungsperiode (2021–2025) bestehen. Für die zweite Periode gelten die Anrechnungsregeln und -Kategorien nicht mehr und es wird auf Basis der Kategorien der nationalen Treibhausgas-Bilanz abgerechnet. Dazu wurde ein EU-weites LULUCF-Ziel für das Jahr 2030 vorgeschlagen, das eine Senke von – 310 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent vorsieht. Daraus sollen nationale Ziele für alle Mitgliedsländer für das Jahr 2030 abgeleitet werden. Für Österreich ist im Vorschlag ein Ziel von – 5,65 Mio Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2030 angegeben. Zusätzlich ist geplant einen linearen Pfad mit jährlichen Zielwerten für die Jahre 2026–2029 für jedes Mitgliedsland festzulegen, nach welchem der LULUCF-Sektor abgerechnet werden soll.

Ab 2031 soll ein sogenannter „Land-Sektor“ geschaffen werden, in dem die Sektoren Landwirtschaft und LULUCF vereint werden, mit dem Ziel, dass beide Sektoren zusammen im Jahr 2035 EU-weit ein Netto-Null-Ergebnis erreichen.

1.5 Klimaneutralität bis 2040 in Österreich

Rechtsnormen

Mit dem Klimaschutzgesetz (KSG) fand der Klimaschutz im Jahr 2011 erstmals eine gesetzliche Verankerung in österreichisches Recht. Dabei wird ein Teil der in Österreich emittierten Treibhausgase durch das Emissionszertifikategesetz 2011 (nationale Umsetzung der Emissionhandelsrichtlinie) reguliert, der andere Teil durch das Klimaschutzgesetz. Wesentlichen Einfluss auf die Emission der Treibhausgase in Österreich haben auch die Richtlinien für Erneuerbare Energien (RL 2009/28/EG) und für Energieeffizienz (RL 2012/27/EU).

Zur Erreichung der 2020er-Ziele wurden in weiterer Folge mehrere Maßnahmenprogramme beschlossen (siehe Kapitel 1.5.1). Mit Ende 2019 wurden der integrierte nationale Energie- und Klimaplan (NEKP) und die Langfriststrategie 2050 (LTS), welche entsprechend der Governance-Verordnung für die Energieunion und den Klimaschutz (EU VO 2018/1999) erstellt wurde, an die Europäische Kommission übermittelt (BMNT 2019a, b).

1.5.1 Klimaschutzgesetz

Das Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.g.F.) bildet den nationalen rechtlichen Rahmen für die Einhaltung der Emissionshöchstmengen durch Maßnahmensetzungen und schließt auch eine sektorale Aufteilung der geltenden unionsrechtlichen Höchstmengen für Österreich mit ein. Es umfasst nationale Emissionen, die nicht dem europäischen Emissionshandelssystem

unterliegen. Das KSG wurde 2013, 2015 und 2017 novelliert (BGBl. I Nr. 94/2013, BGBl. I Nr. 128/2015, BGBl. I Nr. 58/2017).

**geplante
Überarbeitung des
Klimaschutzgesetzes**

Das Regierungsprogramm 2020–2024 sieht eine umfassende Überarbeitung des Klimaschutzgesetzes vor, welche gerade in Vorbereitung ist. Wesentliche Änderungen sollen die Neuordnung der Gremien, die Zielfestlegung für die Periode ab 2021 sowie die gesetzliche Verankerung der Klimaneutralität bis 2040 betreffen.

Emissionshöchstmengen

Ein wesentlicher Bestandteil des Gesetzes sind sektorale Höchstmengen. Diese wurden mit einer Novelle des KSG (BGBl. I Nr. 94/2013) für die Periode 2013–2020 ergänzt. Aufgrund dieser gesetzlichen Grundlage ist Österreich verpflichtet, das Ziel von – 16 % gegenüber 2005 für Sektoren außerhalb des Emissionshandels zu erreichen und dies entspricht den Vorgaben nach der EU Effort-Sharing-Decision (ESD; Entscheidung Nr. 406/2009/EG). Bei Überschreitung des Ziels kann daher auch ein Vertragsverletzungsverfahren durch die Europäische Kommission eingeleitet werden.

**Anpassung der
Emissionszuweisungen**

Seit dem Inkrafttreten der ESD wurde das internationale Berichtswesen auf die IPCC 2006 Guidelines für Treibhausgas-Inventuren umgestellt und die jährlichen Emissionszuweisungen an die EU-Mitgliedstaaten wurden dementsprechend angepasst. Diese Änderung wurde mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes 2015 (BGBl. I Nr. 128/2015) auch in nationales Recht umgesetzt (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Jährliche Höchstmengen an Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren (in Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gemäß Anlage 2 des Klimaschutzgesetzes (BGBl. I Nr. 128/2015) und gemäß dem Beschluss der Kommission Nr. 2017/1471/EU.

Sektor	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Abfallwirtschaft CRF-Sektoren 1A1a (other fuels) und 5	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7
Energie und Industrie (Nicht-Emissionshandel) CRF-Sektoren 1A1 (abzüglich 1A1a – other fuels), 1A2, 1A3e, 1B, 2A, 2B, 2C, 2D, 2G und 3	7,0	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,6	6,5
Fluorierte Gase CRF-Sektoren 2E und 2F	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1
Gebäude CRF-Sektoren 1A4a und 1A4b	10,0	9,7	9,4	9,1	8,8	8,5	8,2	7,9
Landwirtschaft CRF-Sektoren 1A4c und 3	8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Verkehr CRF-Sektoren 1A3a (abzüglich CO ₂), 1A3b, 1A3c, 1A3d und 1A5	22,3	22,3	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,7
Gesamt (ohne EH) gem. KSG	52,6	52,1	51,5	51,0	50,4	49,9	49,4	48,8
Gesamt (ohne EH) gem. Beschluss Nr. 2017/1471/EU					49,5	48,9	48,3	47,8

Auf der Grundlage eines neuen Beschlusses der Europäischen Kommission (Nr. 2017/1471/EU) erfolgte eine weitere Anpassung der Zielpfade für die Mitgliedstaaten für die Jahre 2017–2020, welche für Österreich die jährlichen Emissionszuweisungen um rund 1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent reduziert (siehe auch Kapitel 1.4.1.1).¹⁴ Diese Anpassung wurde im KSG bislang noch nicht vorgenommen.

Für den Zeitraum ab dem Jahr 2013 legt das Klimaschutzgesetz zusätzliche Verfahren fest, um zwischen Bund und Ländern

- Höchstmengen für die einzelnen Sektoren zu fixieren;
- Maßnahmen für die Einhaltung dieser Höchstmengen zu erarbeiten – dazu haben die jeweils fachlich zuständigen BundesministerInnen sektorale Verhandlungsgruppen einzuberufen und Maßnahmenvorschläge zu erarbeiten;
- einen Klimaschutz-Verantwortlichkeitsmechanismus zu vereinbaren, um Konsequenzen bei einer etwaigen Zielverfehlung verbindlich zu regeln (dieser Mechanismus wurde mittlerweile in den §§ 28 und 29 des Finanzausgleichsgesetzes 2017 umgesetzt).

**Nationales
Klimaschutzkomitee**

Mit dem Klimaschutzgesetz wurde das Nationale Klimaschutzkomitee (NKK) als begleitendes Gremium eingerichtet. Dieses setzt sich zusammen aus Stakeholdern aus Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft und beschäftigt sich regelmäßig mit der Umsetzung des Gesetzes.

Maßnahmen

**Ziele des
Klimaschutzgesetzes**

Mit dem Klimaschutzgesetz soll durch klare Zielvereinbarungen, Zuständigkeiten und verbindliche Regelungen bei Nichterreichung der Ziele eine konsequente und koordinierte Umsetzung von Maßnahmen sichergestellt werden. Ziel ist es, die verpflichtenden Emissionsreduktionen bis 2020 durch Maßnahmen im Inland zu erreichen und nicht – so wie in der ersten Kyoto-Periode – durch Zukauf von Emissionsrechten über flexible Mechanismen.

Maßnahmenplan

Um die Emissionshöchstmenge von 47,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2020 zu realisieren, ist eine Reduktion von 8,6 Mio. Tonnen gegenüber 2005 notwendig. Um diese Einsparungen zu erreichen, wurden im Klimaschutzgesetz Verfahren festgelegt, um in sektoralen Verhandlungsgruppen Maßnahmen für die Einhaltung der Höchstmengen, u. a. in folgenden Bereichen, zu erarbeiten:

- Steigerung der Energieeffizienz,

¹⁴ Die neuerliche Änderung der Zielpfade sämtlicher Mitgliedstaaten war erforderlich, da der Beschluss Nr. 2013/162/EU nur die Anpassung der Treibhausgas-Potenziale einzelner Gase (CH₄, N₂O) berücksichtigte, nicht aber weitere methodische Umstellungen durch die neuen IPCC-Guidelines. Beschluss Nr. 2017/1471/EU stellt nunmehr sicher, dass die Zielpfade der Mitgliedstaaten bis 2020 auch der prozentuellen Emissionsreduktion gegenüber 2005 gemäß Effort-Sharing-Entscheidung entsprechen (für Österreich: – 16 %).

- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch,
- Steigerung der Gesamtenergieeffizienz im Gebäudebereich,
- Einbeziehung des Klimaschutzes in die Raumplanung,
- Mobilitätsmanagement,
- Abfallvermeidung,
- Schutz und Erweiterung natürlicher Kohlenstoffsinken sowie
- ökonomische Anreize zum Klimaschutz.

Umsetzung der Maßnahmen

In einem ersten Umsetzungsschritt wurde 2013 ein Maßnahmenpaket für die Jahre 2013 und 2014 zwischen Bund und Ländern vereinbart (BMLFUW 2013). Die Umsetzung dieser Maßnahmen wurde im Rahmen einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe im Frühjahr 2014 überprüft. In weiterer Folge wurden von Bund und Ländern zusätzliche Maßnahmen für den Zeitraum 2015–2018 (BMLFUW 2015a) akkordiert und im Ministerrat angenommen. Zu beiden Maßnahmenplänen wurden korrespondierende Beschlüsse der Landeshauptleutekonferenz gefasst.

ad-hoc Maßnahmen für Zielerreichung 2020

Bei der Überschreitung einer Jahreshöchstmenge müssen auf Basis einer Evaluierung der gesetzten Maßnahmen umgehend weitere Verhandlungen über die Stärkung bestehender oder die Einführung zusätzlicher Maßnahmen geführt werden. Diese Verhandlungen sind dann binnen sechs Monaten abzuschließen (§ 3 Abs. 2 KSG).

1.5.2 Nationaler Energie- und Klimaplan 2021–2030 (NEKP)

Um die Energie- und Klimaziele der EU für 2030 zu erreichen, müssen die EU-Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2021–2030 einen nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) erstellen. Die Governance-Verordnung (VO EU 2018/1999) über ein System für die Energieunion und den Klimaschutz sieht vor, dass die Mitgliedstaaten ihre endgültigen Pläne bis Ende 2019 vorlegen. Die Kommission wird im Rahmen des Berichts zur Energieunion die Fortschritte der EU insgesamt bei der Erreichung dieser Ziele überwachen (siehe auch Kapitel 1.4). Der österreichische Energie- und Klimaplan wurde Ende 2019 fristgerecht übermittelt (BMNT 2019a).

Update und Fortschritt

Eine Aktualisierung der nationalen Pläne soll bis 30. Juni 2024 erfolgen (als Entwurf bereits ein Jahr zuvor), wobei insbesondere auch die durch das EU-Klimagesetz beschlossene Anhebung der Zielambition abgebildet werden soll. Darüber hinaus sind in einem zweijährlichen Intervall Fortschrittsberichte zu übermitteln (erstmals 15. März 2023).

Hauptziel der nationalen Pläne

Das Hauptziel der nationalen Pläne ist es aufzuzeigen, wie die einzelnen Mitgliedstaaten ihre Effort-Sharing-Ziele für 2030 erreichen und welchen Beitrag sie zu den europäischen Zielen für erneuerbare Energie und Energieeffizienz liefern können. Nach der Effort-Sharing-Verordnung ist Österreich verpflichtet, seine Treibhausgas-Emissionen (außerhalb des Emissionshandelsbereichs) bis 2030

um 36 % gegenüber 2005 zu reduzieren. Dies bedeutet eine Abnahme von 27 % bzw. 13,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent gegenüber dem Jahr 2019 (letztes Jahr der derzeit aktuellsten Treibhausgas-Inventur). Sollte das Ziel nicht erreicht werden, können neben dem Zukauf von Emissionszuweisungen (AEA, Annual Emission Allocations) von anderen Mitgliedstaaten auch Flexibilitäten im Bereich LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft) sowie begrenzt Zertifikate aus dem Versteigerungstopf des Emissionshandels genutzt werden (siehe auch Kapitel 1.4.2.).

Zu den wesentlichen Maßnahmen des NEKP zählen u. a.:

- Ausbau erneuerbarer Energie,
- Stärkung und Ausbau des öffentlichen Verkehrs,
- Güterverkehr: Verlagerung von der Straße auf die Schiene,
- E-Mobilität im Individualverkehr,
- Forcierung der Ökologisierung des Steuersystems im Verkehrsbereich (NOVA etc.),
- Erhöhung des Anteils von erneuerbarer Energie im Verkehr,
- Deckung des Wärme- und Kühlbedarfs im Neubau weitestgehend ohne fossile Brennstoffe,
- langfristiger Ausstieg aus Ölheizungen,
- thermisch-energetische Sanierung des Gebäudebestandes sowie Effizienzverbesserung bei Heizsystemen,
- Erhöhung des Anteils effizienter erneuerbarer Energieträger im Gebäudereich,
- Vermeidung von Methan- und Lachgas-Emissionen in der Landwirtschaft (Düngemanagement, Biogas), Erhaltung von Dauergrünland und Anpassung in der Tierhaltung,
- Erhaltung des Kohlenstoffpools in der Forstwirtschaft, Steigerung des Holzzuwachses und der stofflichen Verwendung von heimischem Holz,
- Vermeidung von Methan- und CO₂-Emissionen in der Abfallwirtschaft,
- Vermeidung von F-Gas-Emissionen und Reduktion des Kühlbedarfs,
- Steuerbefreiung von nachhaltigem Biogas, Wasserstoff und Bio-Flüssigerdgas,
- Investition in Strom-, Gas- und Fernwärmenetzinfrastruktur sowie Speicher.

Wirkungsfolgenanalyse

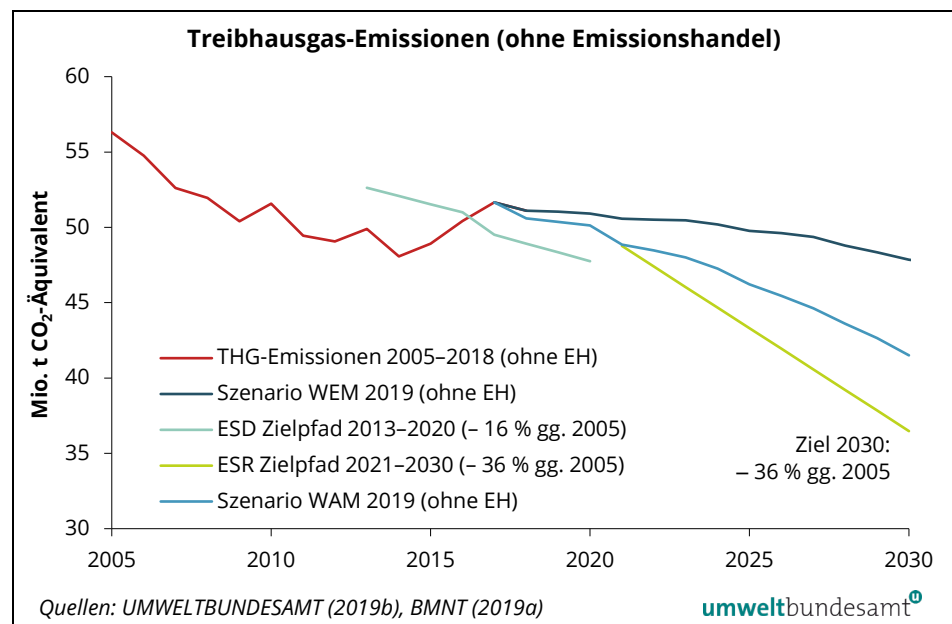
Die Wirkungsfolgenanalyse selbst wurde von einem wissenschaftlichen Konsortium, bestehend aus Umweltbundesamt, Center of Economic Scenario Analysis and Research, Österreichischer Energieagentur, Instituten der TU Wien und der TU Graz sowie dem WIFO erarbeitet.

Im Zuge dieser Analyse wurden neben den Auswirkungen der geplanten Maßnahmen auf Energie und Treibhausgase auch die Effekte auf Beschäftigung, Wirtschaft (BIP) sowie Einkommensverteilung untersucht.

Laut der Wirkungsfolgenanalyse können die Treibhausgas-Emissionen bis 2030 gegenüber 2005 durch die geplanten zusätzlichen Maßnahmen um 27 % reduziert werden, was einem Rückgang um rund 15 Mio. Tonnen auf 41,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (außerhalb des Emissionshandels) entspricht. Im Vergleich dazu wird im Szenario „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) ein Rückgang von 16 % bzw. 9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent 2030 gegenüber 2005 erzielt. Weitere Ergebnisse sind im folgenden Kapitel 1.5.4 über nationale Szenarien dargestellt.

Um eine Reduktion von 36 % zu erreichen, sollen weitere 2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent durch einen stufenweisen Abbau kontraproduktiver Förderungen eingespart werden. Für die restlichen 3,2 Mio. Tonnen wurden einzelne Optionen vorgeschlagen, welche zusätzliche Emissionen reduzieren könnten: Möglichkeiten wären die Ökologisierung des Steuer-, Anreiz- und Abgabensystems, eine Ausweitung des Emissionshandels auf zusätzliche Sektoren oder die Verwendung von Auktionserlösen aus dem Emissionshandel für klima- und energierelevante Projekte. Darüber hinaus enthält das Regierungsprogramm 2020–2024 zahlreiche weitere Vorschläge über wirksame Klimaschutzmaßnahmen. Wesentlich für die ausreichende Wirkung der zusätzlichen Maßnahmen ist, auch aufgrund des kurzfristigen Wirkungszeitraums von neun Jahren, eine rasche und ambitionierte Einführung und Umsetzung.

Abbildung 9:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen, des Szenarios WEM und Ziele (ohne EH) bis 2030.



1.5.3 Nationale Langfriststrategie 2050

Die Governance-Verordnung (EU 2018/1999) verpflichtet die Mitgliedstaaten zur Erstellung von nationalen Langfriststrategien („national long term strategies“, LTS) mit einem Zeithorizont von zumindest 30 Jahren. In diesen sollen die Mitgliedstaaten darlegen, wie sie die Treibhausgas-Emissionsreduktionen, die zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen aus dem Pariser Übereinkommen und der EU-

Ziele erforderlich sind, erreichen wollen. Dabei muss die Kohärenz zum nationalen Energie- und Klimaplan sichergestellt und der Öffentlichkeit die Möglichkeit zur Beteiligung eingeräumt werden. Die österreichische Langfriststrategie wurde Ende 2019 fristgerecht übermittelt (BMNT 2019b). Eine Aktualisierung der Strategie ist grundsätzlich bis zum 1. Januar 2029 und danach alle zehn Jahre zu erstellen.

Inhalt und Vision Die Langfriststrategie Österreichs berücksichtigt die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene sowie die Ergebnisse einer onlin-Konsultation der interessierten Öffentlichkeit und der relevanten Stakeholder. Die leitende Vision ist es, bis spätestens 2050 klimaneutral zu werden, wobei bereits eine Überarbeitung der Strategie vorgesehen ist, um auch die Klimaneutralität bis 2040, festgelegt im Regierungsprogramm, aufzunehmen. Klimaneutralität bedeutet, dass die dann noch existierenden, nicht vermeidbaren Treibhausgas-Emissionen (etwa aus Landwirtschaft, Abfall oder bestimmten Produktionsprozessen) durch die Kohlenstoff-Speicherung in natürlichen oder technischen Senken kompensiert werden.

Aktionsfelder In der Langfriststrategie werden die für die Erreichung dieser Vision erforderlichen Aktionsfelder – in den Bereichen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen, erneuerbare Energien, Energieeffizienz und in spezifischen Sektoren, wie zum Beispiel Verkehr, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft, aber auch Konsum, Lifestyle und Digitalisierung – beschrieben.

beispielhafte Zielpfade Außerdem werden auf Grundlage des modellbasierten Transition-Szenarios (UMWELTBUNDESAMT 2017) mithilfe eines Zielpfadrechners vier unterschiedliche Zielpfadoptionen zur Erreichung von Netto-Nullemissionen bis 2050 aufgezeigt. Die Zielpfade stellen „was-wäre-wenn“-Situationen dar, zu denen derzeit noch keine politische Entscheidung getroffen wurde (siehe auch BMNT 2019b).

1.5.4 Nationale Szenarien bis 2050

Das Umweltbundesamt erstellt in regelmäßigem Intervall (üblicherweise zweijährlich) Szenarien zur möglichen Entwicklung von österreichischen Treibhausgas-Emissionen, die als Grundlage zur Erfüllung der EU-Berichtspflicht im Rahmen der Governance für die Energieunion und für den Klimaschutz (EU VO 2018/1999) herangezogen werden. Die vorliegenden Szenarien dienen auch als Input für Diskussionen und politische Entscheidungsfindungen im Rahmen des Klimaschutzgesetzes zur Zielpfadinhalte bis 2030 sowie im Hinblick auf langfristige Entwicklungen bis 2050.

Projektkonsortium Als Basis für die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen wurden u. a. energiewirtschaftliche Grundlagendaten mit Hilfe eines Modellsystems entwickelt. Das Projektkonsortium besteht aus dem Wirtschaftsforschungsinstitut und dem Center of Economic Scenario Analysis and Research (CESAR/WIFO), dem Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik (IVT) der TU Graz, dem Institut für Verkehrswissenschaften (IVV) der TU Wien, der Energy Economics Group der TU Wien und dem Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (EEG/e-think), der Austrian Energy Agency (AEA) sowie dem Umweltbundesamt.

Basierend auf diesen Energieszenarien und weiteren Projektionsmodellen für die Sektoren Landwirtschaft (basierend auf Modellergebnissen vom WIFO), Abfall, F-Gase, Diffuse Emissionen und Lösemittel konnten nationale Treibhausgas-Emissionsszenarien bis 2050 entwickelt werden.

**Szenariodefinition
WEM und WAM NEKP**

Für das Szenario WEM („with existing measures“) wurden die bis zum Stichtag 1. Jänner 2018 verbindlich umgesetzten Maßnahmen berücksichtigt. Das Szenario WAM („with additional measures“) basiert auf der Wirkungsfolgenabschätzung für den nationalen Energie- und Klimaplan (NEKP) und enthält eine Vielzahl von zusätzlichen Maßnahmen, um die Klimaziele für 2030 zu erreichen (siehe BMNT 2019a und Kapitel 1.5.2).

Für detaillierte Informationen zum Szenario WEM und WAM siehe UMWELTBUNDESAMT (2021c). In den folgenden Abschnitten werden die Hauptergebnisse der Szenarien erörtert.

1.5.4.1 Energieszenarien

Die Energieszenarien umfassen den Zeitraum 2015–2050 und beinhalten umfangreiche Annahmen bezüglich zahlreicher Inputgrößen, beispielsweise des Wirtschaftswachstums mit durchschnittlich 1,5 % pro Jahr im Szenario WEM, sowie der Umsetzung relevanter Maßnahmen.

**Ziel des EEffG wird im
WEM nicht erreicht**

Im Szenario WEM wird das Ziel des Energieeffizienzgesetzes (EEffG), im Jahr 2020 einen energetischen Endverbrauch von maximal 1.050 PJ zu erzielen, nicht erreicht. Der Zielwert für den Anteil erneuerbarer Energie (gemessen am Bruttoendenergieverbrauch) von 34 % gemäß der Richtlinie Erneuerbare Energie wird hingegen erreicht und mit 34,3 % knapp überschritten.

**Maßnahmen Szenario
WEM**

Bestehende Maßnahmen neben dem EEffG sind u. a. Förderungsinstrumente, etwa für die thermische Gebäudesanierung und die Erneuerung der Heizsysteme (Sektor Gebäude – Haushalte und Dienstleistungen), bautechnische Standards, europäische CO₂-Standards für Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, die Umsetzung des Ökostromgesetzes 2012 (Sektor Energie) und Änderungen im EU-Emissionshandel (Sektor Industrie).

**steigender
Energieverbrauch**

Der Endenergieverbrauch im Szenario WEM steigt bis 2050 um 7 % gegenüber 2017, v. a. aufgrund des Wirtschaftswachstums, trotz Effizienzsteigerungen in den Bereichen Gebäude und Verkehr. Im Szenario WAM NEKP bleibt der Verbrauch durch weitere Einsparungen in den Sektoren Verkehr und Gebäude sowie durch einen geringeren Anstieg im Sektor Industrie nahezu konstant.

Tabelle 4: Energetischer Endverbrauch für die Szenarien WEM und WAM sowie Energiebilanz für 2015 (Quellen: UMWELTBUNDESAMT 2021c, STATISTIK AUSTRIA 2020a).

Sektoren	Energiebilanz		Szenario WEM		Szenario WAM			
	2015	in PJ				in PJ		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050	
Verkehr	384	399	406	387	398	372	346	
Industrie	309	354	390	476	352	381	447	
Gebäude	382	379	360	336	380	356	325	
Landwirtschaft	23	24	25	27	24	25	27	
energetischer Endverbrauch*	1.097	1.155	1.180	1.226	1.155	1.134	1.146	

* Durch die Darstellung ohne Kommastelle können sich Rundungsdifferenzen ergeben.

erneuerbare Energie

Im Szenario WEM steigt der Anteil erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch nur sehr langsam an. Selbst Mitte des Jahrhunderts beträgt er nur 43 %. Dies bedeutet, dass ohne weitere Maßnahmen im Jahr 2050 unter den zugrunde gelegten Annahmen noch über 50 % der Energieversorgung auf fossiler Energie beruhen. Dies ist mit den Vorgaben des Pariser Übereinkommens nicht vereinbar. Demgegenüber steigt der Anteil im Szenario WAM auf 55 % im Jahr 2050. Auch dieses Szenario ist somit nicht kompatibel mit den Zielen von Paris.

Tabelle 5: Anteil erneuerbarer Energieträger für das Szenario WEM und WAM sowie Energiebilanzen 1970–2015 (Quellen: UMWELTBUNDESAMT 2021c, STATISTIK AUSTRIA 2020a).

	Anteil erneuerbarer Energieträger			
	Bilanzjahr 2015	2020	2030	2050
Szenario WEM	33,5 %	34,3 %	35,4 %	43,5 %
Szenario WAM	33,5 %	35,2 %	45,6 %	54,9 %

Bruttoinlandsenergieverbrauch

Der Bruttoinlandsenergieverbrauch (BIV) steigt im Szenario WEM im Vergleich zum Bilanzjahr, da der Anstieg des Endverbrauchs die Einsparung durch Verminderung der Umwandlungsverluste aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energieträger überkompensiert.

Im Szenario WAM bleibt der Bruttoinlandsenergieverbrauch dagegen konstant. Gründe dafür sind der noch stärkere Ausbau erneuerbarer Energieträger (wodurch die Umwandlungsverluste abnehmen) und allgemeine Effizienzmaßnahmen.

1.5.4.2 Treibhausgas-Szenarien

Szenario WEM Die Ergebnisse des Szenarios „mit bestehenden Maßnahmen“ (WEM) zeigen eine Reduktion der Treibhausgas-Emissionen von rund 17 % im Jahr 2050 gegenüber 1990, die hinter den Reduktionserfordernissen zurückbleibt.

Für Quellen außerhalb des Emissionshandels (EH) sieht die neue Effort-Sharing-Verordnung für Österreich bis 2030 eine Reduktion der Emissionen von 36 % gegenüber 2005 vor und somit eine deutlich steilere Reduktion als bis zum Jahr 2020 (siehe auch Kapitel 1.4.2.1.) Im Szenario WEM liegen die Emissionen 2030 mit minus 17 % gegenüber 2005 um rund 10,5 Mio. Tonnen CO₂ Äquivalent über dem für dieses Jahr für Österreich vorgegebenen Zielwert.

Szenario WAM Das Szenario WAM ergibt gegenüber 1990 eine Reduktion von 28 % im Jahr 2050 bzw. 15 % im Jahr 2030. Für die Treibhausgas-Emissionen außerhalb des EH-Systems wird gegenüber 2005 ein Rückgang von 27 % projiziert, womit eine Zielerreichung 2030 nach wie vor nicht dargestellt werden kann.

Hier sollen die weiteren Optionen über zusätzliche Maßnahmen im NEKP (siehe Kapitel 1.5.2) sowie Vorschläge im aktuellen Regierungsprogramm die Lücke für 2030 (von rund 5 Mio. Tonnen CO₂ Äquivalent) decken. Die im Regierungsprogramm festgelegte Klimaneutralität Österreichs bis 2040 verlangt darüber hinaus eine noch deutlich ambitioniertere Maßnahmenumsetzung.

Abbildung 10:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen und -Szenarien bis 2050.

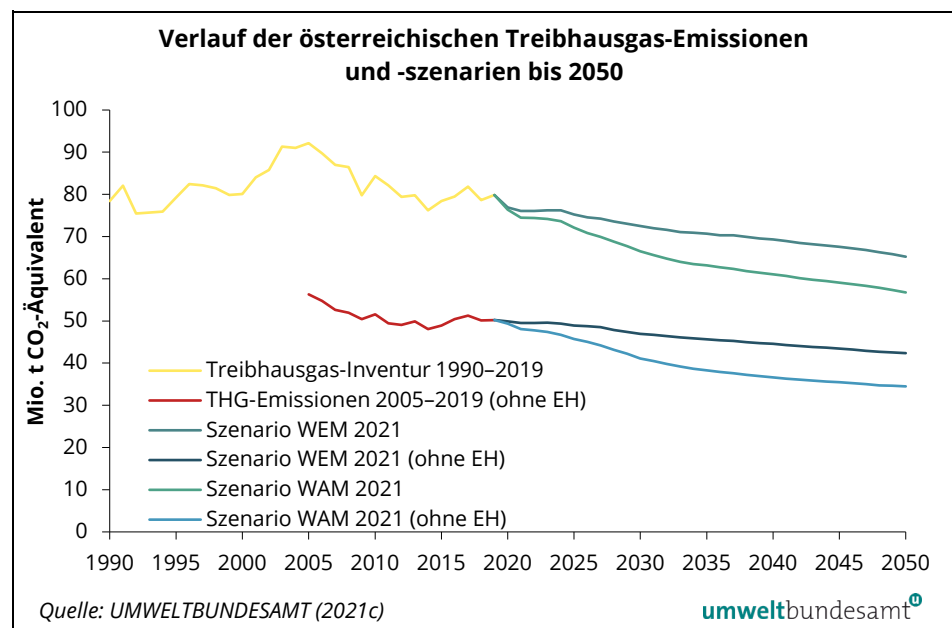


Tabelle 6: Treibhausgas-Emissionen nach Sektoreinteilung des Klimaschutzgesetzes für die Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021c).

Sektoren	THG-Inventur 1990–2019*				Szenario WEM			Szenario WAM		
	1990	2005	2010	2015	2020	2030	2050	2020	2030	2050
In Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent										
Energie und Industrie	36,4	41,6	39,1	35,1	32,3	31,4	29,1	32,3	30,5	27,4
<i>davon ohne EH</i>		5,8	6,4	5,6	5,3	5,9	6,3	5,3	5,1	5,2
<i>davon EH</i>		35,8	32,7	29,5	27,0	25,5	22,8	26,9	25,4	22,2
Verkehr	13,8	24,6	22,1	22,1	23,9	23,2	19,9	23,8	20,3	16,6
Gebäude	12,9	12,7	10,2	8,2	7,6	6,4	4,6	7,5	5,2	2,5
Landwirtschaft	9,5	8,2	8,1	8,2	8,0	8,1	8,6	7,9	7,3	7,2
Abfallwirtschaft	4,2	3,3	3,0	2,7	2,7	2,4	2,2	2,7	2,3	2,1
Fluorierte Gase	1,7	1,7	1,8	2,0	2,2	0,9	0,8	2,2	0,9	0,8
Gesamt ohne EH		56,3	51,6	48,9	49,9	47,0	42,4	49,4	41,1	34,5
Gesamt	78,4	92,1	84,3	78,5	76,9	72,5	65,2	76,4	66,5	56,8

* Daten für 2005–2012 wurden entsprechend der ab 2013 gültigen Abgrenzung des Emissionshandels angepasst.

1.5.5 Wissenschaftliche Ableitung eines nationalen Treibhausgas-Budgets

Das Kohlenstoffbudget bezeichnet die Menge an CO₂-Emissionen aus anthropogenen Quellen, welche noch freigesetzt werden kann, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen (siehe auch Abschnitt in Kapitel 1.1 über globales CO₂-Budget). Das Wegener Center hat Berechnungen für das Österreichische Kohlenstoffbudget durchgeführt und mittlerweile aktualisiert (WEGENER CENTER 2017, 2019, 2020).

Ausgehend von den global noch zulässigen Emissionen und anhand des Bevölkerungsanteils ("Equal per Capita") errechnete es für Österreich ein Treibhausgasbudget von 1.000 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, das für den Zeitraum 2017–2050 zur Verfügung steht. Da 2017–2020 bereits rund 314 Mio. Tonnen des Budgets verbraucht wurden, verbleiben ab 2021 nur mehr annähernd 700 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Es handelt sich hierbei um rein produktionsbasierte Emissionen, wobei alle Tätigkeiten innerhalb der Grenzen eines Landes umfasst sind (konform mit der Berichterstattung an die UNFCCC). Konsumbasierte Emissionen erfassen hingegen jene Emissionen, die durch die Endnachfrage eines Landes (d. h. den Konsum der Bevölkerung und die Investitionen der Unternehmen) verursacht werden, unabhängig davon, wo sie in der Welt entstanden sind (siehe Kapitel 1.5.6.2).

Im Einklang mit den Zielen auf europäischer Ebene im Rahmen des European Green Deals und den damit verbundenen nationalen Zielen wurden vom Wegener Center beispielhafte Zielpfade und ein linearer Klimaschutzzielpfad berechnet.

Der lineare Klimaschutzzielpfad (roter Pfad) entspricht dem Treibhausgas-Budget von 700 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und erreicht 2040 formal Klimaneutralität (Netto-Null Emissionen). Zur Einhaltung dieses Pfades müssen in den Jahren 2021 bis 2030 jährlich 4,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent reduziert werden. In den Jahren ab 2031 bis 2040 bleibt ein Restbudget von maximal 150 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, was eine Reduktion von 3,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent pro Jahr erfordert.

Zusätzlich betont das Wegener Center, dass die Aufteilung der Emissionen anhand des Bevölkerungsanteils nicht einer Klimagerechtigkeit entspricht und dass dieser Umstand bei einer Unterstützung von Entwicklungsländern im Rahmen von Ausgleichsfinanzierungen („Green Climate Funds“) gemeinsam mit anderen Industrieländern zu beachten wäre. Den Entwicklungsländern müsste ein wesentlich höherer Anteil zugestanden werden. Österreich hat durch seine historischen Emissionen vor 2017 das Treibhausgasbudget bereits wesentlich höher belastet (WEGENER CENTER 2020).

1.5.6 Wirtschaftliche Aspekte des Klimaschutzes

Kosten der Klimakrise

Aus volkswirtschaftlicher Perspektive verursacht die Klimakrise bereits beträchtliche Folgekosten für Österreich. So schätzen STEININGER et al. (2020) allein die Kosten wetter- und klimawandelbedingter Schäden für Österreich – derzeit bereits bei 2 Mrd. € im Jahresschnitt – bis zur Jahrhundertmitte auf zumindest rund 6–12 Mrd. € im Jahresschnitt bei einer globalen Temperaturerwärmung nicht über 2 °C (siehe Kapitel 1.2). Darin enthalten sind die quantifizierbaren Netto-Folgekosten des Klimawandels in Land-, Forst- und Energiewirtschaft, im Gebäude- und Gesundheitsbereich, im Tourismus, in der Wasserver- und -Entsorgung, dem Handel, Verkehr, den städtischen Grünräumen sowie durch Naturkatastrophen. Nicht eingerechnet sind jedoch die Kosten einiger größerer Risiken, die sich schwer monetär messen lassen, insbesondere jene von Waldbränden und einer zunehmenden Verbreitung von Infektionskrankheiten. Dazu kommen steigende Ausgaben für die Klimawandelanpassung, die sich bis 2050 bei mittlerer Erwärmung auf rund 2 Mrd. € im Jahr erhöhen können, sowie durch mögliche Mehrausgaben im Fall der Nichterreichung der österreichischen Ziele in der EU-Klima- und Energiepolitik.

„Costs of action“ geringer als „costs of inaction“

Um diese Kosten möglichst gering zu halten, ist frühzeitiges Handeln im Sinn einer tiefgreifenden Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft entscheidend. Dadurch können neben den oben genannten langfristigen Wohlstandsrisiken durch Bedrohungen für Infrastruktur, Lebensmittelversorgung und menschliche Gesundheit auch Lock-in-Effekte¹⁵ in kohlenstoffintensive Infrastruktur und hohe Umstrukturierungskosten in späteren Dekaden vermieden werden. Die kurzfristigen Kosten einer solchen Transformation, auch „costs of

¹⁵ Anbindeeffekt: z. B. ein Kraftwerksneubau, der für die Stromgewinnung aus fossilen Brennstoffen ausgelegt ist. Er zieht die Nutzung dieser Brennstoffe für die Zeit bis zu seiner Amortisation nach sich. Eine vorzeitige Umstellung auf eine andere Technologie wäre wirtschaftlich nicht sinnvoll.

action“ genannt, werden daher als wesentlich geringer eingeschätzt als die langfristigen „costs of inaction“ (STERN 2007).

Zwar sind für den Umbau des Energiesystems, die Elektrifizierung des Verkehrs und die Dekarbonisierung von Industrie und Gebäuden beträchtliche Investitionen notwendig: Für Österreich geht der nationale Energie- und Klimaplan (NEKP) von einem Gesamtinvestitionsvolumen von 166–173 Mrd. € von Seiten des Bundes bis 2030 aus. Diese Investitionen lösen jedoch auch positive volkswirtschaftliche Effekte in Form von zusätzlicher heimischer Wertschöpfung und Beschäftigung aus – beispielsweise in der Bauwirtschaft, der Stromerzeugung und -versorgung, der Herstellung von Metallerzeugnissen sowie bei Installations- und Verkehrsdienstleistungen (BMNT 2019a) – bei gleichzeitigem Rückgang der Ausgaben für den Import fossiler Energieträger. Auf diese positiven Konjunkturwirkungen mancher Dekarbonisierungsmaßnahmen setzen auch die österreichische Bundesregierung und die EU im Rahmen ihrer Wiederaufbau-Programme nach der COVID-19-Pandemie.

Auch langfristig kann sich die Transformation zur Klimaneutralität positiv auf die Volkswirtschaft auswirken, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend gesetzt werden. So zeigen makroökonomische Modellanalysen in STEININGER et al. (2021), dass ein Erreichen des nachgeschärften EU-Klimaziels 2030 (siehe Kapitel 1.4.2) für Österreich mit einem im Jahresschnitt um 0,2 % höheren Bruttoinlandsprodukt bis zum Jahr 2050 einhergeht.¹⁶ Voraussetzung dafür ist eine umfassende Strategie, die die Weichen in Industrie, Energieversorgung, Verkehr und Gebäudebereich bereits jetzt klar in Richtung Klimaneutralität stellt.

**wirtschaftliche
Chancen durch die
Transformation**

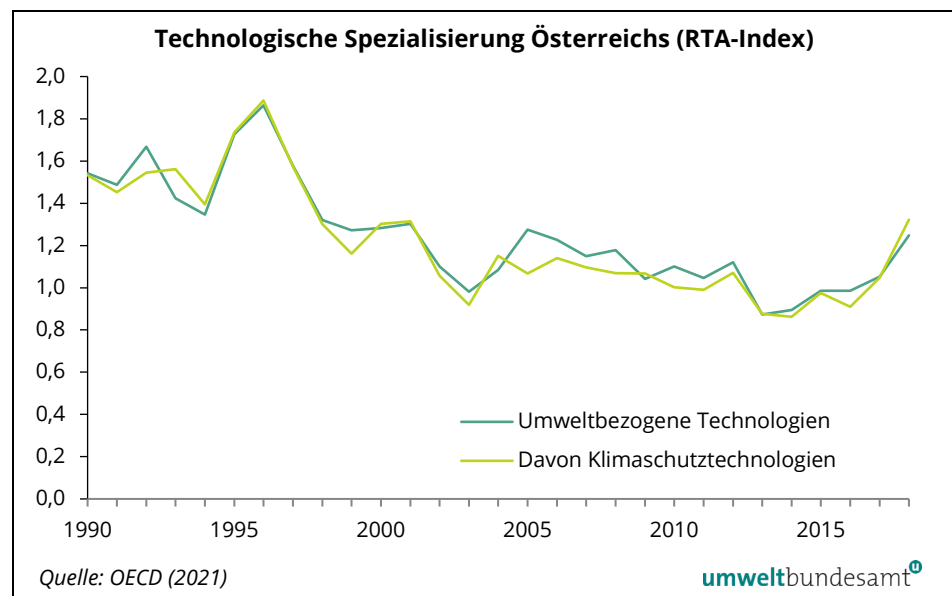
Die Chancen, die sich für Österreich aus der Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft ergeben – sowie die Voraussetzungen dafür – sind also evident. Aus volkswirtschaftlicher Perspektive kann diese Transformation, ähnlich dem Aufstieg der Informations- und Kommunikationstechnologien im 20. Jahrhundert, als eine der „großen Wellen“ des technologischen Wandels gesehen werden (STERN 2015). Diese gehen üblicherweise einher mit großer Innovationsdynamik und einem wirtschaftlichen Strukturwandel, der neue Geschäftsfelder hervorbringt und andere obsolet werden lässt.

Umwelt- und Klimaschutz stellen bereits jetzt einen wichtigen Wirtschaftsfaktor in Österreich dar, und heimische Betriebe sind in einigen Umwelttechnologiebranchen Weltmarktführer (siehe Kapitel 1.5.6.1). Innovative und international erfolgreiche Unternehmen produzieren zum Beispiel Energiespeicher für Mobilität und Gebäude sowie Wärmepumpen und andere Komponenten für Niedrigstenergiehäuser. Sie betreiben Bioraffinerien, suchen neue Geschäftsmodelle im Recycling oder erforschen die industrielle Nutzung von erneuerbar erzeugtem Wasserstoff (VOGEL & GEIGER 2019).

¹⁶ Dabei wird ein Szenario, in dem das neue EU-Ziel zur Treibhausgas-Emissionsreduktion für 2030 von minus 55 % gegenüber 1990 eingehalten wird, mit einem Szenario verglichen, in dem das frühere EU-Ziel für 2030 von minus 40 % gegenüber 1990 eingehalten wird.

Auch dürfte sich beim längerfristig beobachtbaren Rückgang des österreichischen Innovationsvorsprungs bei Umwelt- und Klimaschutztechnologien seit Mitte der 2010er-Jahre eine Trendwende abzeichnen. Abbildung 11 zeigt Österreichs Spezialisierung in umweltbezogenen sowie Klimaschutztechnologien seit 1990 in Form des sogenannten Index of Revealed Technological Advantage (RTA-Index, siehe OECD 2013).¹⁷ Ein Wert über 1 bedeutet, dass Österreich im weltweiten Vergleich überdurchschnittlich viele Patente im Umwelt- und Klimaschutzbereich anmeldet und somit in diesen Bereichen eine Spezialisierung aufweist. Eine solche gute Innovationsperformance ist angesichts der steigenden Bedeutung des Klimaschutzes ein zentraler Faktor, um Österreichs internationale Wettbewerbsfähigkeit auch künftig zu sichern und langfristig Wertschöpfung und Beschäftigung im Land zu halten.

Abbildung 11:
Relativer Anteil österreichischer Patentanmeldungen in Umwelt- und Klimaschutztechnologien in Österreich im weltweiten Vergleich, seit 1990.



stärkere Anreize dringend notwendig

Der Politik kommt die zentrale Aufgabe zu, durch die Einführung entsprechender Rahmenbedingungen die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft breitflächig in Gang zu bringen. Um Österreichs Klimaziele zu erreichen, sind wesentlich stärkere Anreize für klimafreundliches Verhalten notwendig als bisher. Dazu müssen die sogenannten externen Kosten von CO₂-Emissionen – wie z. B. Klima- und Gesundheitsschäden, deren Kosten derzeit die Allgemeinheit trägt – internalisiert werden. Dies kann durch einen Preismechanismus geschehen, der sicherstellt, dass die Verursacher von CO₂-Emissionen für deren Kosten aufkommen („Verursacherprinzip“). Möglichkeiten dafür sind die Einführung einer CO₂-Steuer oder eine Ausweitung des bestehenden Emissionshandelssystems auf zusätzliche Sektoren.

¹⁷ Der RTA-Index errechnet sich anhand der Formel $RTA_{d,i} = P_{d,i} / \sum_i P_{d,i} / \sum_d P_{d,i} / \sum_{d,i} P_{d,i}$, wobei $P_{d,i}$ für die Anzahl der Patentanmeldungen eines Landes i im Technologiefeld d beim Europäischen Patentamt steht.

Derzeit hat Österreich im internationalen Vergleich ein niedriges Aufkommen an Umweltsteuern (STATISTIK AUSTRIA 2021a). Beispielsweise liegt die Besteuerung des Energieverbrauchs in Österreich preisbereinigt unter dem EU-Schnitt. Auch sinkt die Besteuerung fossiler Energieträger inflationsbedingt real seit Jahren und ist, gemessen am CO₂-Gehalt, äußerst heterogen: So beträgt sie für Kohle 18 € pro Tonne CO₂, für Erdgas 30 € pro Tonne CO₂, für Diesel 146 € pro Tonne CO₂ und für Benzin 195 € pro Tonne CO₂ (WIFO 2018). Daraus ergeben sich verschiedene inkonsistente Preissignale hinsichtlich CO₂-Ausstoß und Energieverbrauch, was eine kosteneffiziente Emissionsreduktion erschwert.

Ökologisierung des Steuersystems

Internationale Institutionen (OECD 2019, EK 2020b) empfehlen Österreich daher eine umfassende Ökologisierung des Steuersystems inklusive CO₂-Bepreisung bei gleichzeitiger Entlastung des Faktors Arbeit. Diese brächte die „doppelte Dividende“ reduzierter Umwelt-, Klima- und Gesundheitsschäden einerseits und positiver Beschäftigungseffekte andererseits, auch weil Umweltsteuern als weniger wachstumshemmend gelten als Lohnsteuern. Zudem würde die Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energieträger gesteigert. Eine solche ökologische Steuerreform sollte aufkommensneutral sein sowie wirtschaftlich und sozial verträglich ausgestaltet werden, beispielsweise durch Kompensationsmechanismen für benachteiligte Gruppen.

Abschaffen umweltkontraproduktiver Subventionen

Zusätzliches Potenzial für eine klimafreundlichere Ausgestaltung des Steuer- und Förderwesens birgt schlussendlich das Abschaffen umweltkontraproduktiver Subventionen. Das Volumen dieser Subventionen wurde vom WIFO (2016) mit 3,8–4,7 Mrd. € pro Jahr beziffert (Durchschnitt der Jahre 2010–2013). Etwa 53 % davon entfallen auf den Verkehr, 37 % auf die Energiebereitstellung und -nutzung und 10 % auf den Bereich Wohnen.

1.5.6.1 Die Umweltwirtschaft in Österreich

umweltorientierte Produktion und Dienstleistung

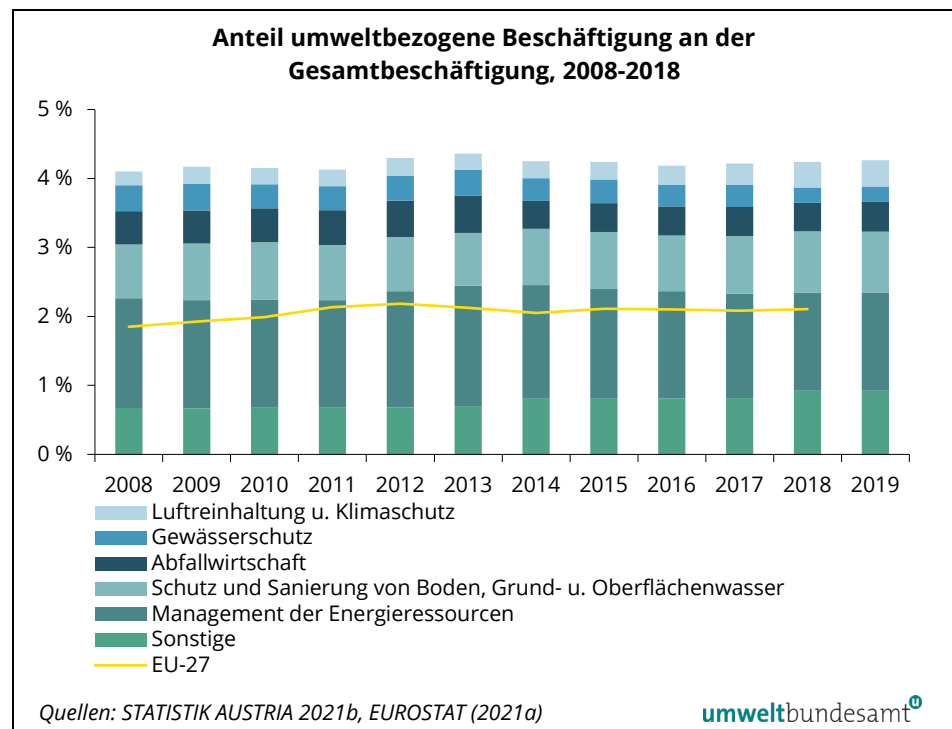
Ein Zugang zur statistischen Erfassung der Umweltwirtschaft erfolgt über den Sektor „umweltorientierte Produktion und Dienstleistung“ (engl. Environmental Goods and Services Sector, kurz EGSS) – eine von EUROSTAT (2009) entwickelte, international konsistent definierte Klassifikation umweltrelevanter Wirtschaftsaktivitäten. Sie umfasst die Herstellung von Gütern, Technologien und Dienstleistungen, die Umweltschäden vermeiden und natürliche Ressourcen erhalten.

Im Jahr 2019 waren in Österreich im Sektor „umweltorientierte Produktion und Dienstleistung“ insgesamt 193.574 Menschen beschäftigt und es wurde ein Umsatz von 42,7 Mrd. € erzielt. Gegenüber 2018 war das ein Plus von 3,8 % beim Umsatz und eine Zunahme von 1,6 % bei der Beschäftigung. Unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs, der gemäß internationalen Vorgaben nicht als Teil der umweltorientierten Produktion und Dienstleistung ausgewiesen wird, waren 218.278 Personen im Jahr 2019 in der Umweltwirtschaft tätig (STATISTIK AUSTRIA 2021b).

**umweltbezogener
Umsatz und
umweltbezogene
Beschäftigung**

Der internationale Vergleich zeigt, dass die Umweltwirtschaft in Österreich eine größere Bedeutung hat als in der EU insgesamt: Sowohl der Anteil des Umweltumsatzes am BIP als auch der Anteil der Umweltbeschäftigung an der Gesamtbeschäftigung sind in Österreich in etwa doppelt so hoch wie in den EU-27. Während in Österreich im Jahr 2018¹⁸ 4,2 % der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft tätig waren, lag der entsprechende Anteil in den EU-27 bei 2,1 % (siehe Abbildung 12). Vom Gesamtumsatz entfielen 2018 in Österreich 10,7 % auf die Umweltwirtschaft, verglichen mit rund 5,6 % in den EU-27 (EUROSTAT 2021a).

Abbildung 12:
Anteil der Beschäftigung
im Sektor umweltorientierte
Produktion und
Dienstleistungen seit
2008, Österreich und EU.



Nach Umweltschutz- und Ressourcenmanagement-Aktivitäten¹⁹ gegliedert ist das Management der Energieressourcen mit Abstand der bedeutendste Umweltbereich in Österreich (siehe Abbildung 12). Im Jahr 2019 waren ca. 1,4 % aller Beschäftigten in diesem Bereich tätig, davon knapp die Hälfte in der Produktion erneuerbarer Energie und die andere Hälfte in den Bereichen Wärme-/Energieeinsparung und -Management. Weitere wichtige Umweltbereiche sind

¹⁸ EU-weite Daten für 2019 noch nicht verfügbar.

¹⁹ **Umweltschutzaktivitäten** (Classification of Environmental Protection Activities and Expenditure, CEPA): Luftreinhaltung und Klimaschutz, Abwasserbehandlung und -vermeidung, Abfallbehandlung und -vermeidung, Boden-, Grund- und Oberflächenwasserschutz, Lärmschutz, Schutz der biologischen Vielfalt und Landschaft, Strahlenschutz, F&E, sonstige Aktivitäten.

Ressourcenmanagement (Classification of Resource Management Activities, CRoMA): Wassermanagement, Forstmanagement, natürlicher Pflanzen- und Tierbestand, Management der Energieressourcen, Management mineralischer Rohstoffe, F&E sowie sonstige Aktivitäten.

Schutz und Sanierung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser, die Abfallwirtschaft, der Gewässerschutz sowie Luftreinhaltung und Klimaschutz.

**Umwelttechnik-
Wirtschaft**

Die Unternehmen der österreichischen Umwelttechnik-Wirtschaft – einer Untergruppe der Umweltwirtschaft, die sowohl Industrie- als auch Dienstleistungsbetriebe umfasst – schneiden im nationalen und internationalen Wettbewerb sehr gut ab, wie langjährige Erhebungen zeigen. So liegen Umsatz- und Beschäftigungswachstum, Exportquote und Ausgaben für Forschung und Entwicklung in der Branche deutlich über den nationalen Vergleichswerten (BMK 2020d). Diese Betriebe sind also innovativ, exportorientiert und wachsen schnell, und besonders die Umwelttechnikindustrie hat sich im Corona-Jahr 2020 als krisenfest erwiesen. International sind österreichische Industrieunternehmen in den Bereichen der erneuerbaren Energie- sowie der Energieeffizienztechnologien, der Abfall-, Recycling- und Luftreinhaltungstechnologien besonders wettbewerbsfähig, d. h. sie haben im Export einen für Österreich überdurchschnittlich hohen Weltmarktanteil. Häufig handelt es sich dabei um klein- und mittelgroße Unternehmen, die in Marktnischen tätig sind und teilweise auf ihrem Gebiet sogar Weltmarktführer sind (sogenannte Hidden Champions).

1.5.6.2 Konsumbasierte Emissionen Österreichs

**produktions- vs.
konsumbasierte
Emissionsbilanzierung**

Die traditionelle Bilanzierung der Treibhausgase erfasst jene Emissionen, die Akteure innerhalb der Grenzen eines Landes verursachen. Diese sogenannte produktionsbasierte oder territoriale Berechnungsmethode findet Anwendung in allen bedeutenden internationalen Abkommen, so auch in der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC). Das Konzept der konsumbasierten Emissionen versucht die räumliche Trennung von Produktion und Konsum miteinzubeziehen und geht von der Endnachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in einem Land aus. Alle Emissionen, die entlang der Produktionskette dieser Güter und Dienstleistungen entstehen, werden jenem Land zugeschrieben, in dem der Endkonsum stattfindet. Konsumbasierte Emissionen können somit auch als CO₂-Fußabdruck von Produkten und Dienstleistungen gesehen werden und lassen eine Identifizierung von Emissionstreibern in konsumierten Produkten zu. Außerdem können die Ergebnisse die Auslagerungen emissionsintensiver Produktion von Industrie- in Entwicklungsländer aufzeigen.

**Zwei Zugänge zur
Erfassung
konsumbasierter
Emissionen**

Im Gegensatz zu den produktionsbasierten Emissionen besteht für die konsumbasierte Erfassung kein internationaler Standard. Generell können zwei Berechnungsmethoden unterschieden werden: einerseits ein makroökonomischer Top-Down-Ansatz mit Emissionserfassung auf der Ebene von Wirtschaftssektoren bzw. Produktgruppen; andererseits ein technisch-naturwissenschaftlicher Bottom-Up-Ansatz mit Emissionserfassung auf der Ebene von einzelnen Produkten und Dienstleistungen.

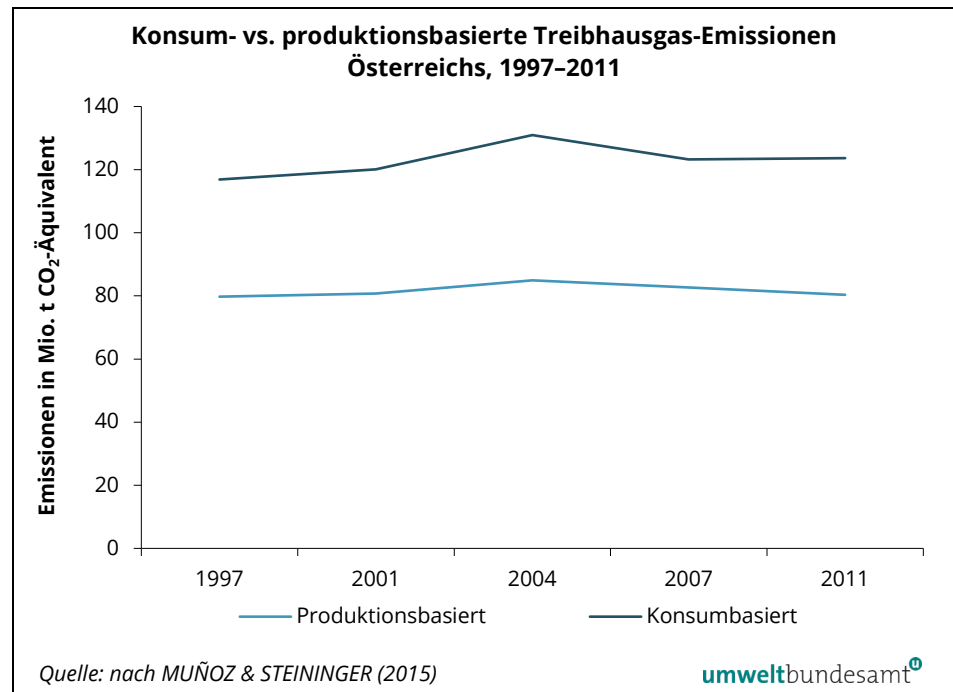
**Österreichs
konsumbasierte
Emissionen**

Trotz dieser unterschiedlichen methodischen Herangehensweisen stellen sich ihre Ergebnisse sehr ähnlich dar: Wie Abbildung 13 zeigt, lagen die konsumbasierten Emissionen Österreichs im Zeitraum 1997–2011 um ca. 50–60 % über den produktionsbasierten Emissionen. Diese Zahlen beruhen auf der Top-Down-Methode des Wegener Center der Universität Graz (STEININGER et al.

2018). Die Resultate anderer Berechnungsmethoden liegen zumeist gleichauf oder darunter, weichen aber insgesamt nicht stark davon ab (CCCA 2018).

Mit diesem Ansatz lassen sich auch die wichtigsten Wirtschaftsbranchen identifizieren, die Österreichs konsumbasierte Emissionen verursachen. Im Jahr 2011 waren das der österreichische Bausektor, die öffentliche Verwaltung – davon insbesondere der Gesundheitsbereich –, der Groß- und Einzelhandel sowie die Transportwirtschaft inklusive Kfz-Herstellung.²⁰ Verfolgt man Österreichs konsumbasierte Emissionen weiter zu den Wirtschaftsbranchen jener Länder, in denen sie ausgestoßen werden, so fällt der größte Teil der Emissionen im Elektrizitätssektor dieser Länder an (30,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent), gefolgt vom Transportsektor (6,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent). Im Elektrizitätssektor wird wiederum der Großteil (70 %) durch die Verbrennung von Kohle emittiert.

Abbildung 13:
Konsum- und produktionsbasierte Treibhausgas-Emissionen für Österreich, 1997–2011.



Werden die konsumbasierten Emissionen Österreichs geografisch zugeordnet, so entsteht rund ein Drittel der durch die österreichische Endnachfrage weltweit ausgelösten Emissionen innerhalb der EU-28. Ein weiteres Drittel fällt außerhalb der EU-28 an, vorwiegend in China, Russland und den USA (STEININGER et al. 2018). Der Rest stammt aus Produkten und Dienstleistungen aus dem Inland.

Änderung von Verhaltensweisen

Die Diskrepanz zwischen konsum- und produktionsbasierten Emissionen zeigt, dass effektive Maßnahmen zur Reduktion von Österreichs globalen Emissionen auch beim Konsumverhalten ansetzen müssen. Preissignale im Inland, etwa

²⁰ Im Unterschied dazu waren die Verursacherbranchen der produktionsbasierten Emissionen im Jahr 2011 primär die Stromerzeugung, die Herstellung von Eisen und Stahl sowie die Herstellung von nichtmetallischen Mineralstoffen (Zement, Kalk, Glas, Keramik).

durch eine ökologische Steuerreform ausgelöst, sind nur in Kombination mit bewusstseinsbildenden Maßnahmen umfassend wirksam. Es ist eine Verschiebung sozialer Präferenzen und Werteinstellungen erforderlich, sodass nachhaltige Lebensstile gesellschaftlich besser bewertet werden als kurzfristig orientierte, ressourcenintensive Konsumgewohnheiten. Im Verkehr ist beispielsweise eine deutliche Reduktion von Flugreisen und motorisiertem Individualverkehr notwendig. In der Ernährung bedarf es einer Reduktion des Rindfleischkonsums. Eine Kombination von Politikinstrumenten (Top-Down) und freiwilligen Änderungen der individuellen Lebensweise (Bottom-Up) kann für eine Transformation im Konsum sorgen.

2 STATUS DER ÖSTERREICHISCHEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN

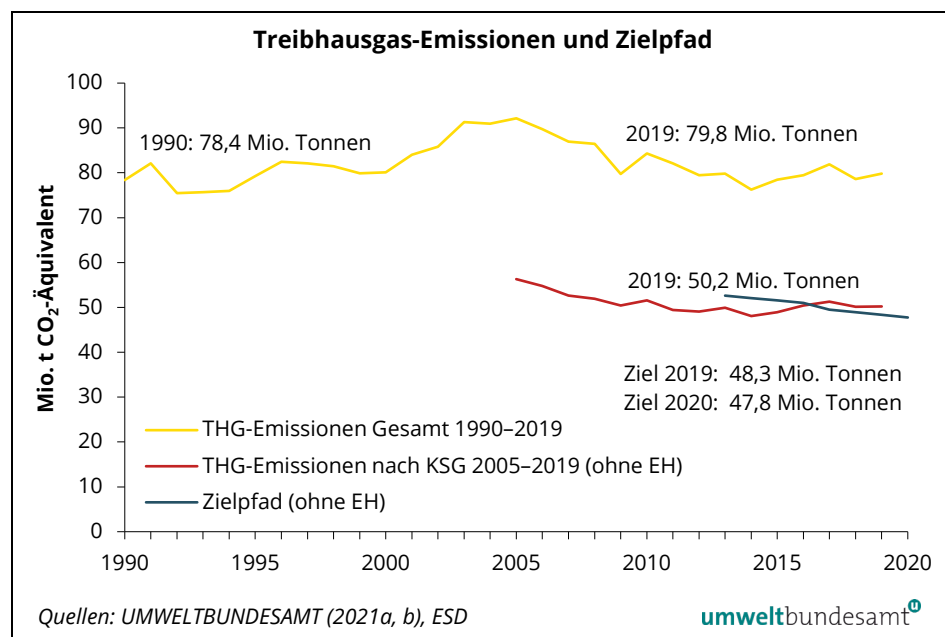
aktuelle Daten aus dem Jahr 2019

Das Jahr 2019 ist das aktuellste Jahr, für welches derzeit qualitätsgeprüfte Inventurdaten vorliegen. Es ist das siebente Jahr der zweiten Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll²¹ sowie das siebente Jahr, das den Verpflichtungen der europäischen Effort-Sharing-Decision (ESD, Entscheidung Nr. 406/2009/EG) unterliegt. Das Klimaschutzgesetz legt zur Einhaltung dieser Verpflichtung sektorale Emissionshöchstmengen für jedes Jahr der Periode 2013–2020 fest. Für die Emissionshandelsbetriebe gibt es bis zum Jahr 2020 ein EU-weites Gesamtziel ohne spezifische nationale Zielvorgaben (siehe auch Kapitel 1.4).

79,8 Mio. Tonnen Treibhausgas im Jahr 2019

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 79,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent Treibhausgase emittiert. Gegenüber 2018 bedeutet das eine Zunahme um 1,5 % bzw. 1,2 Mio. Tonnen. Im Vergleich zu 1990 stiegen die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2019 um 1,8 % bzw. 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent an.

Abbildung 14: Verlauf der österreichischen Treibhausgas-Emissionen 1990–2019 und Zielpfad 2013–2020.



Anstieg gegenüber dem Vorjahr

Ursächlich für diesen Anstieg waren eine erhöhte Stahlproduktion (nach dem Wartungsstillstand eines Hochofens im Jahr 2018) sowie eine höhere Stromproduktion in Erdgas-Kraftwerken. Im Sektor Gebäude wurde ein Emissionsanstieg um 3,0 % (+ 0,2 Mio. Tonnen) gegenüber 2018 verzeichnet aufgrund des (witterungsbedingt) höheren Einsatzes fossiler Energieträger (Heizöl, Erd-

²¹ Bei der 8. Tagung der Vertragsparteien zum Kyoto-Protokoll in Doha im Dezember 2012 einigten sich die EU und weitere Industrieländer auf eine Fortsetzung des Kyoto-Protokolls bis 2020. Dieses sogenannte „Doha Amendment“ zum Kyoto-Protokoll ist noch nicht in Kraft getreten und somit völkerrechtlich noch nicht verbindlich (siehe auch Kapitel 1.3).

gas, Kohle). Aber auch im Sektor Verkehr sind die Emissionen aufgrund des erneuten Anstieges des fossilen Kraftstoffabsatzes (Diesel: + 0,8 %, Benzin: – 0,5 %) gegenüber dem Vorjahr um 0,4 % (+ 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gestiegen. Die Sektoren Landwirtschaft und Abfallwirtschaft verzeichnen Emissionsrückgänge, ebenso die F-Gase.

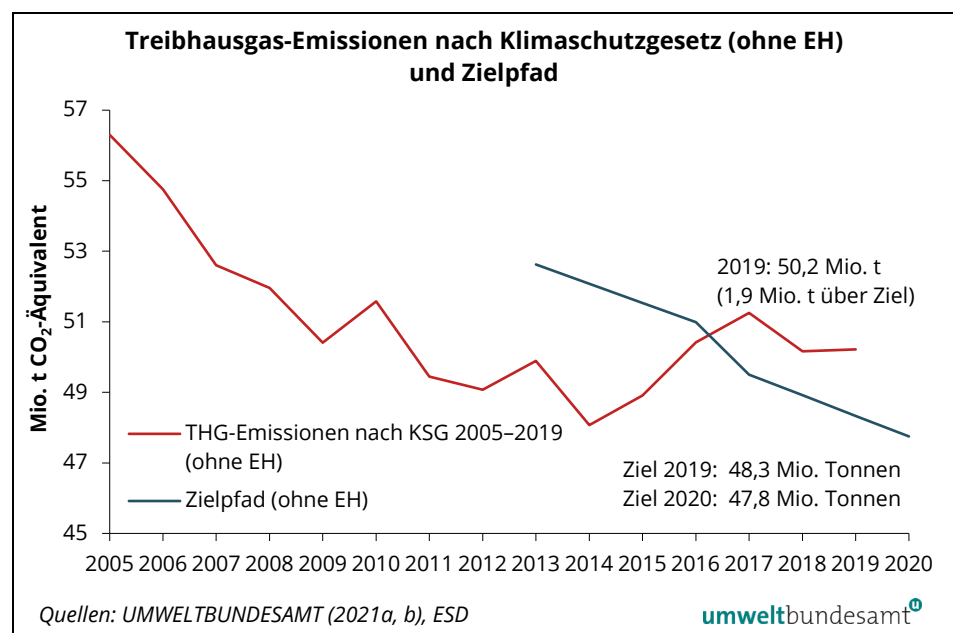
**rückläufiger Trend
2005–2014**

Von 2005 bis 2014 war ein rückläufiger Trend der Treibhausgas-Emissionen zu beobachten, anschließend kam es wieder zu einem ansteigenden Trend bis 2017. Der tendenzielle Anstieg der Emissionen seit 2014 ist unter anderem auf niedrige Preise für fossile Energie, eine gute konjunkturelle Entwicklung und auf die fehlende Umsetzung neuer, wirksamer Klimaschutzmaßnahmen zurückzuführen. In den letzten Jahren konnte das hohe Wirtschaftswachstum nicht vom Einsatz fossiler Energieträger entkoppelt werden (siehe auch Abbildung 22).

Einhaltung der EU-Vorgaben

Die Wirtschaftssektoren und Anlagen, die nicht dem Europäischen Emissionshandel (EH) unterliegen, emittierten im Jahr 2019 rund 50,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Die erlaubte nationale Emissionshöchstmenge gemäß der Europäischen Entscheidung zur Lastenverteilung (ESD) wurde somit das dritte Jahr in Folge überschritten. Die Abweichung gegenüber der Höchstmenge für das 2019 (48,3 Mio. Tonnen) lag bei + 1,9 Mio. Tonnen. Abbildung 15 zeigt die österreichischen Treibhausgas-Emissionen (ohne EH) und die aktuellen Zielvorgaben nach der europäischen Entscheidung zur Lastenverteilung (ESD).

Abbildung 15:
Verlauf der österreichischen Treibhausgas-Emissionen (ohne EH) 2005–2019 und Zielpfad 2013–2020.



Für die Zielerreichung über die gesamte Verpflichtungsperiode können die nicht genutzten Emissionsrechte für 2013–2016 in späteren Jahren verwendet werden. Zusätzlich ist für das Jahr 2020 von einem deutlichen Rückgang der Emissionen auszugehen, wodurch von einer Zielerreichung über die Gesamtperiode 2013–2020 auszugehen ist.

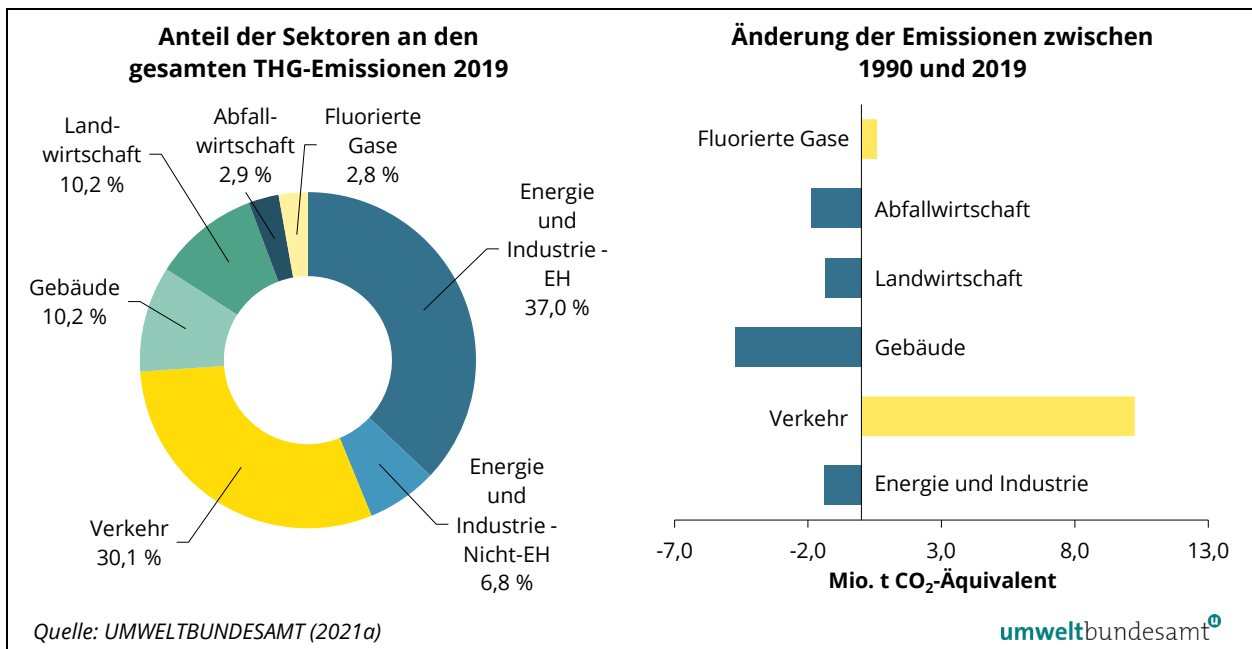
2.1 Anteil und Trend der Sektoren

Hauptverursacher inklusive Emissionshandel Die wesentlichen Verursacher der österreichischen Treibhausgas-Emissionen (inkl. Emissionshandel) waren im Jahr 2019 die Sektoren Energie und Industrie (43,8 %, darunter 6,8 % Anlagen außerhalb des Emissionshandels), Verkehr (30,1 %), Landwirtschaft (10,2 %) sowie Gebäude (10,2 %). Diese Sektoren sind für rund 94,3 % der Treibhausgas-Emissionen verantwortlich (siehe Abbildung 16).

Trend seit 1990 inklusive Emissionshandel Der Sektor Verkehr verzeichnet seit 1990 entsprechend der aktuellen Inventur den stärksten Anstieg von Treibhausgas-Emissionen mit einem Plus von 10,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 74,4 %. Die Emissionen von Fluorierten Gasen (+ 0,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. + 35,2 %) haben im selben Zeitraum ebenfalls, jedoch auf deutlich niedrigerem Niveau, zugenommen.

Die Emissionen des Sektors Gebäude sind von 1990 bis 2019 um 4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (– 36,8 %) gesunken, der Treibhausgas-Ausstoß des Sektors Energie und Industrie hat um 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (bzw. – 3,9 %) abgenommen. Auch in den Sektoren Abfallwirtschaft (– 1,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 44,9 %) und Landwirtschaft (– 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 14,3 %) sind die Treibhausgas-Emissionen zurückgegangen.

Abbildung 16: Anteil der Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2019 (inklusive Emissionshandel) und Änderung der Emissionen zwischen 1990 und 2019.



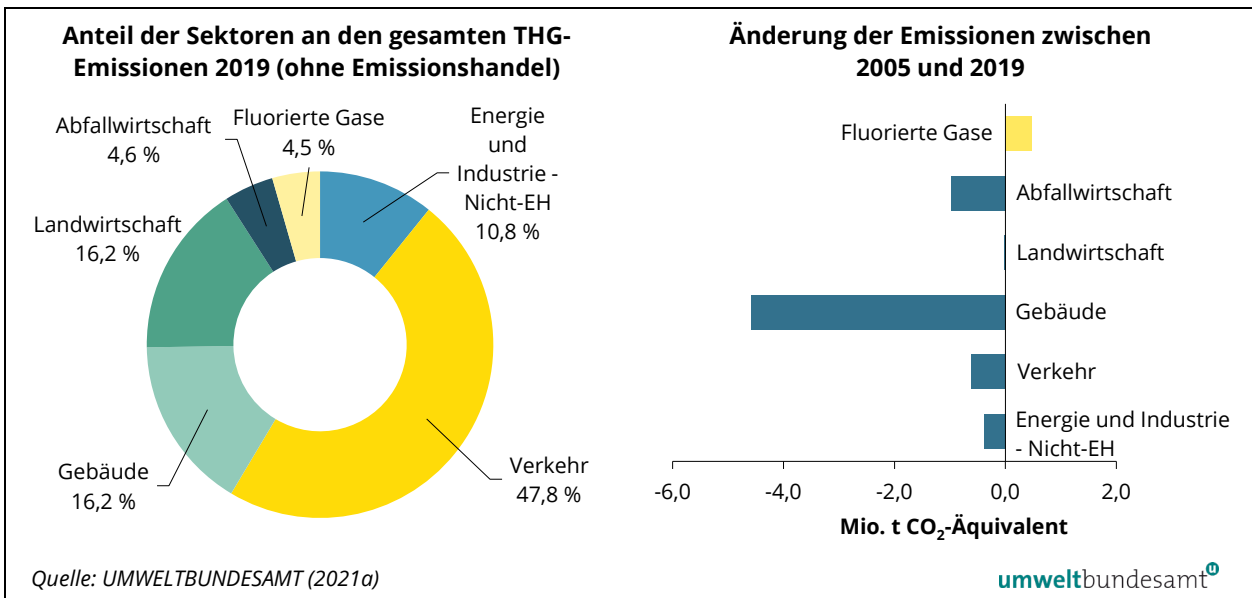
Hauptverursacher ohne Emissionshandel Die wichtigsten Verursacher von Treibhausgas-Emissionen (ohne Emissionshandel) waren 2019 die Sektoren Verkehr (47,8 %), Landwirtschaft (16,2 %), Gebäude (16,2 %) sowie Energie und Industrie (10,8 %).

Trend seit 2005 ohne Emissionshandel

Die größten Reduktionen der Treibhausgas-Emissionen seit 2005 (ohne EH) verzeichneten die Sektoren Gebäude (– 4,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 36,0 %), Abfallwirtschaft (– 1,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 29,7 %) und Verkehr (– 0,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 2,5 %).

Einen leichten Rückgang gab es auch im Sektor Energie und Industrie ohne Emissionshandel (– 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 6,6 %). Im Sektor Fluorierte Gase kam es von 2005 bis 2019 zu einer Emissionszunahme (+ 0,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. + 28,2 %). In der Landwirtschaft ist die Emissionsmenge annähernd konstant geblieben (– 0,03 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. – 0,4 %).

Abbildung 17: Anteil der Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2019 (ohne Emissionshandel) und Änderung der Emissionen zwischen 2005 und 2019.



2.2 Abweichung von Höchstmengen gemäß EU ESD und nationalem Klimaschutzgesetz

Für die Jahre 2013–2020 gelten für die Emissionen außerhalb des Emissionshandels nationale Höchstmengen gemäß EU ESD (Effort-Sharing-Entscheidung 406/2009/EG) und dem nationalen Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr 106/2011 i.d.g.F).

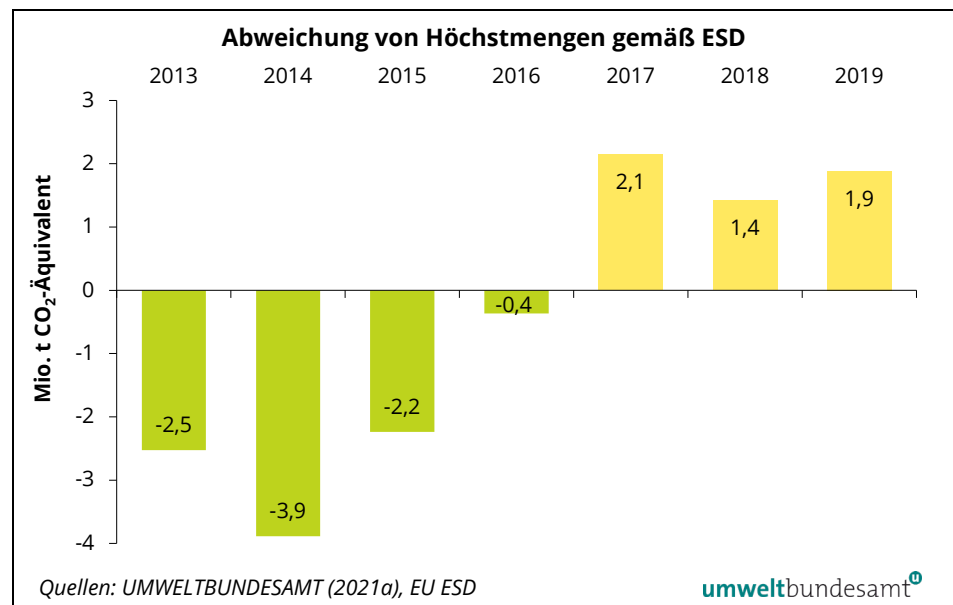
Höchstmenge um 1,9 Mio. Tonnen überschritten

Die Summe der Treibhausgas-Emissionen außerhalb des Emissionshandels lag 2019 mit rund 50,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent um etwa 1,9 Mio. Tonnen über der für 2019 gültigen Höchstmenge von 48,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und somit zum dritten Mal in Folge über dem Zielwert.

In den Jahren 2013, 2014, 2015 und 2016 lagen die Emissionen noch unter den erlaubten jeweiligen Höchstmengen (2013 um 2,5 Mio. Tonnen, 2014 um 3,9 Mio. Tonnen, 2015 um 2,2 Mio. Tonnen und 2016 um 0,4 Mio. Tonnen).²² In Summe wurde somit ein Überschuss von insgesamt 9,0 Mio. Tonnen erreicht, wobei die nicht verbrauchten Emissionsrechte in den Folgejahren zur Zielerreichung verwendet werden können. Abzüglich der Überschreitungen in den Jahren 2017, 2018 und 2019 würden für das verbleibende Jahr aus der Verpflichtungsperiode 2020 noch 3,6 Mio. Tonnen zur Verfügung stehen.

Durch den wirtschaftlichen Abschwung im Jahr 2020 ist von kurzfristig sinkenden Treibhausgas-Emissionen auszugehen, wodurch zusammen mit den unverbrauchten Emissionsrechten aus den Jahren 2013 bis 2016 das Einhalten des Zielpfads über die gesamte Periode 2013 bis 2020 wahrscheinlich ist.

Abbildung 18:
Abweichungen der
Höchstmengen
2013–2019 gesamt
gemäß ESD²².



Zusätzlich zum EU ESD legt das Österreichische Klimaschutzgesetz auch sektorale Emissionshöchstmengen für die Sektoren Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft, F-Gase und alle weiteren Quellen (aus Energie und Industrie), die nicht im Emissionshandel geregelt sind, fest.

²² Als Grundlage zur Bewertung einer Überschreitung berechnen und übermitteln die einzelnen Mitgliedstaaten der EU ihre nationale Treibhausgas-Inventur an die Europäische Kommission. Nach Abschluss der Prüfung der Inventuren im Rahmen eines umfangreichen Reviews (mit ggf. notwendigen Korrekturen) wird der Letztjahreswert der Inventur außerhalb des Emissionshandels jeweils mittels eines EU-Durchführungsbeschlusses ((EU) 2016/2132, (EU) 2017/1015, (EU) 2017/2377, (EU) 2018/1855, (EU) 2019/2005), (EU) 2020/1834) verankert sowie in das nationale Register eingetragen. Werden in den Folgejahren Anpassungen in der Emissionsberechnung, i.d.R. durch methodische Verbesserung (wie aktuell durch genaue Faktoren bei der Abfallverbrennung), durchgeführt, verändern diese nicht mehr die Zielerreichung in den vorangegangenen Jahren. Das heißt, diese eingefrorenen fixierten Emissionswerte werden sowohl für die jährliche Zielerreichung als auch für die Zielerreichung über den gesamten Zielpfad 2013–2020 herangezogen.

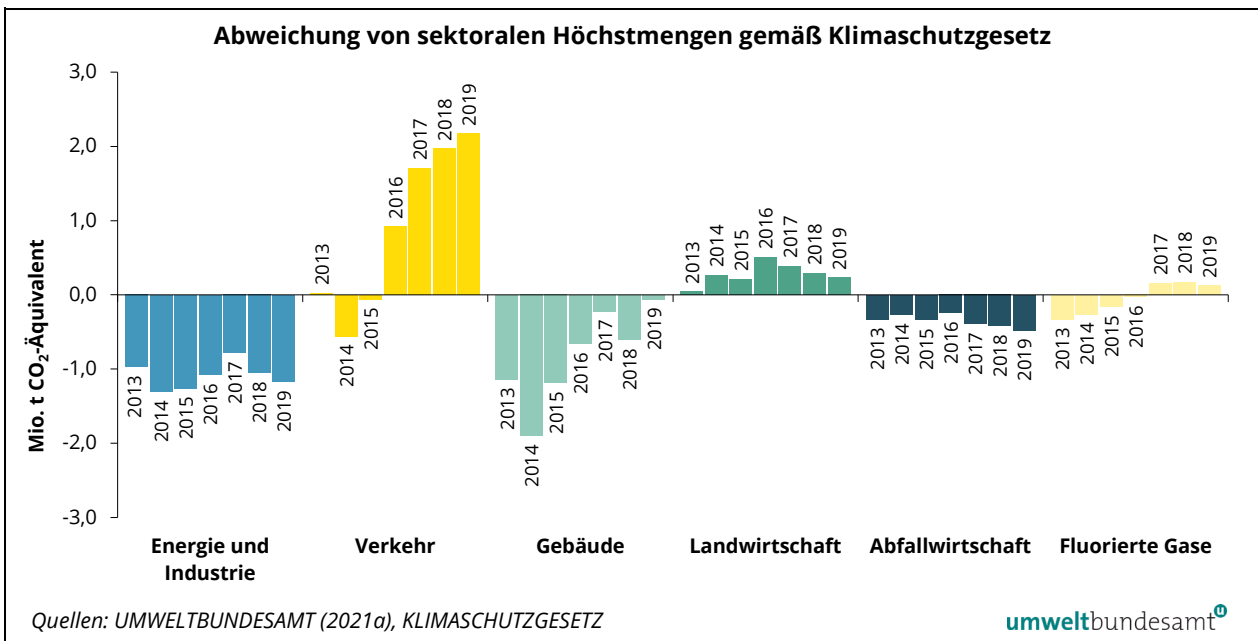
**sektorale
Höchstmengen nur
teilweise eingehalten**

Im Jahr 2019 kam es, wie bereits in den drei Jahren zuvor, zu einer deutlichen Überschreitung des Zielwertes im Sektor Verkehr (+ 2,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent gegenüber dem Zielwert 2019). Im Sektor Landwirtschaft wurden die Höchstmengen in den vergangenen Jahren ebenfalls überschritten. Seit dem Jahr 2017 liegen auch die Emissionen aus dem Sektor Fluorierte Gase geringfügig über dem Zielwert.

Die größte sektorale Übererfüllung trat 2019 im Sektor Energie und Industrie auf (- 1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent), gefolgt vom Sektor Abfallwirtschaft (- 0,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent). Im Sektor Gebäude wurden die Höchstmengen in den letzten Jahren ebenfalls unterschritten (siehe Abbildung 19).

Unsicher ist die Einhaltung der Höchstmengen bis 2020 aus heutiger Sicht insbesondere in den Sektoren Verkehr, Landwirtschaft und F-Gase. Der wirtschaftliche Abschwung im Jahr 2020 wird nur kurzfristig die Zielerreichung verbessern. Eine konsequente Umsetzung von zusätzlichen Maßnahmen ist insbesondere im Sektor Verkehr unumgänglich.

Abbildung 19: Abweichungen von den sektoralen Höchstmengen 2013–2019 gemäß Klimaschutzgesetz.



Die folgende Tabelle zeigt die sektoralen Emissionen der Jahre 2005–2019 (ohne Emissionshandel). Die sektoralen Zielwerte wurden mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes (BGBl. I Nr. 128/2015) für die Jahre 2013–2020 festgelegt.

Tabelle 7: Treibhausgas-Emissionen 2005–2019 in der Einteilung der KSG-Sektoren für die Periode 2013–2020 ohne EH und Zielwerte für 2019 und 2020 nach KSG und EU ESD (in Mio. t CO₂-Äquivalent; Werte gerundet) (Quellen: UMWELTBUNDESAMT 2021a, KLIMASCHUTZGESETZ).

Sektor	Inventur								Zielwerte KSG	
	2005	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2019	2020
Energie und Industrie (Nicht-EH)	5,8	6,0	5,6	5,6	5,7	5,9	5,5	5,4	6,6	6,5
Verkehr (ohne CO ₂ aus Luftverkehr)*	24,6	22,3	21,7	22,1	23,0	23,7	23,9	24,0	21,8	21,7
Gebäude	12,7	8,9	7,8	8,2	8,4	8,6	7,9	8,1	8,2	7,9
Landwirtschaft	8,2	8,0	8,3	8,2	8,4	8,3	8,2	8,1	7,9	7,9
Abfallwirtschaft	3,3	2,8	2,7	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	2,8	2,7
Fluorierte Gase (ohne NF ₃)*	1,7	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1
Gesamt ohne EH*gemäß KSG	56,3	49,9	48,1	48,9	50,4	51,3	50,2	50,2	49,4	48,8
EU ESD Zielpfad gem. Beschluss Nr. 2017/1471/EU		52,6	52,1	51,5	51,0	49,5	48,9	48,3		
Abweichung zu EU ESD Zielpfad**		- 2,5	- 3,9	- 2,2	- 0,4	2,1	1,4	1,9		
nationale Gesamtmenge	92,1	79,8	76,2	78,5	79,5	81,9	78,6	79,8		

* Die CO₂-Emissionen des nationalen Luftverkehrs und die NF₃-Emissionen sind unter ESD bzw. KSG nicht umfasst. Deshalb werden sie in den Zielvergleichen vom Sektor Verkehr bzw. dem Sektor F-Gase abgezogen. In den Kapiteln 3.2 bzw. 3.6 werden jedoch zwecks Vollständigkeit alle Quellen dargestellt (entsprechend Berichtswesen unter UNFCCC KP). Deshalb kann es zu geringfügigen Abweichungen der Summen kommen.

** Jährlich wird der Letztjahreswert der Inventur (heuer 2019) mittels eines EU-Durchführungsbeschlusses verankert. Er wird in das nationale Register eingetragen und für die Abrechnung verwendet. Daher können Abweichung gegenüber der aktuellen Zeitreihe bestehen.

2.3 Anteile der Treibhausgase

Treibhausgas-Potenziale

Die nach dem Kyoto-Protokoll (KP) reglementierten Treibhausgase sind: Kohlenstoffdioxid (CO₂, dient als Referenzwert), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O) und die Gruppe der Fluorierten Gase. Der Ausstoß der Gase wird entsprechend ihrem Treibhausgas-Potenzial²³ gewichtet und als CO₂-Äquivalent ausgedrückt.

Beginnend mit der zweiten Kyoto-Verpflichtungsperiode 2013–2020 sind die Treibhausgas-Potenziale entsprechend dem 4. Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007) heranzuziehen. Für Methan wurde ein Treibhausgas-Potenzial von 25, für Lachgas eines von 298 festgesetzt. Die F-Gase

²³ Das Treibhausgas-Potenzial ist ein zeitabhängiger Index, mit dem der Strahlungsantrieb eines bestimmten Treibhausgases auf Massenbasis in Relation zu dem Strahlungsantrieb von CO₂ gesetzt wird.

haben ein Treibhausgas-Potenzial von 11 bis zu 22.800 (immer bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren).²⁴

Die Emissionen dieser Kyoto-relevanten Treibhausgase stellten sich 2019 in Österreich wie folgt dar:

Kyoto-relevante Treibhausgase

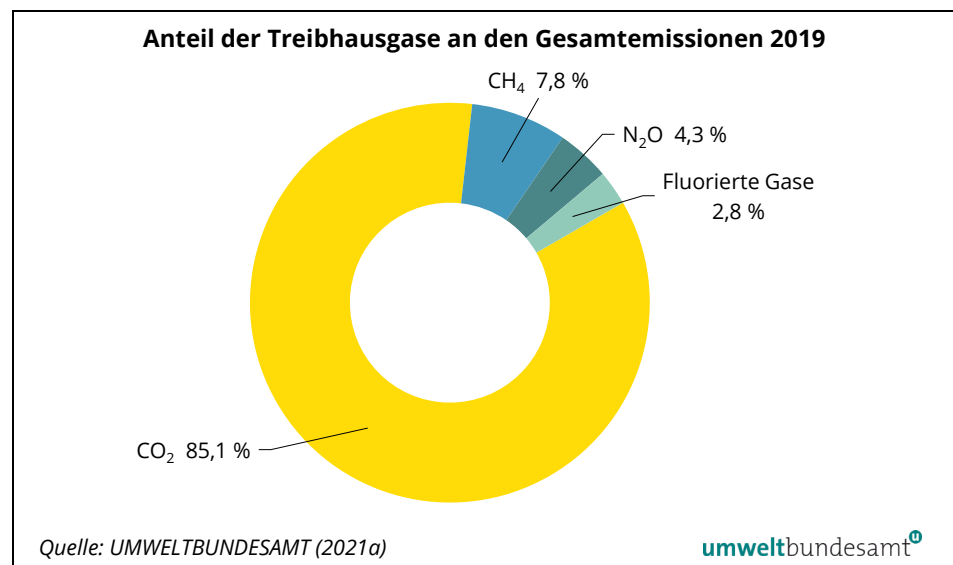
Kohlenstoffdioxid (CO₂) nahm 2019 den größten Anteil (85,1 %) an den gesamten Treibhausgas-Emissionen ein. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe auf Basis von Erdgas, Erdöl und Kohle und damit hauptsächlich in den Sektoren Verkehr, Gebäude sowie Energie und Industrie – hier teilweise auch prozessbedingt, etwa bei der Eisen- oder Zementproduktion.

Methan (CH₄) ist in Österreich das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 7,8 % im Jahr 2019. Methan entsteht in erster Linie bei mikrobiologischen Gärungsprozessen, die zum Beispiel auf Deponien, aber auch in Mägen von Wiederkäuern stattfinden. Im Landwirtschaftssektor wird Methan auch bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger freigesetzt.

Lachgas (N₂O) hatte 2019 einen Anteil von 4,3 % an den gesamten Treibhausgas-Emissionen Österreichs. Lachgas entsteht beim biologischen Abbau stickstoffhaltiger Verbindungen (zum Beispiel Dünger), in Abgaskatalysatoren beim Abbau von Stickstoffoxiden und in der Chemischen Industrie.

Die Gruppe der **Fluorierten Gase** (F-Gase) umfasst teilfluorierte (HFKW) und vollfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) sowie seit 2013 Stickstofftrifluorid (NF₃). Der Anteil dieser Emissionen belief sich im Jahr 2018 in Summe auf 2,8 % aller Treibhausgase. Die wichtigsten Emissionsquellen sind Kühltechnik- und Klimaanlage sowie die Industrie.

Abbildung 20:
Anteile der einzelnen Treibhausgase an den nationalen Treibhausgas-Gesamtemissionen im Jahr 2019.



²⁴ Eine vollständige Liste aller Gase, inklusive aller F-Gase, ist im Annex III der FCCC/CP/2011/9/Add.2 zu finden; <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a02.pdf>.

Gründe für den CO₂-Trend

Im Zeitraum 1990–2019 haben die CO₂-Emissionen um 9,4 % zugenommen. Hauptverantwortlich für den Anstieg ist der vermehrte Einsatz von fossilen Brennstoffen (insbesondere Erdöl und Erdgas). Seit 2005 konnte durch Energieeffizienz-Maßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energieträger ein Rückgang erzielt werden. Von 2018 auf 2019 stiegen die CO₂-Emissionen um 2,1 %, hauptsächlich aufgrund einer erhöhten Stahlproduktion (nach Wartungsstillstand eines Hochofens im Jahr 2018) und einer vermehrten Stromproduktion in Erdgas-Kraftwerken.

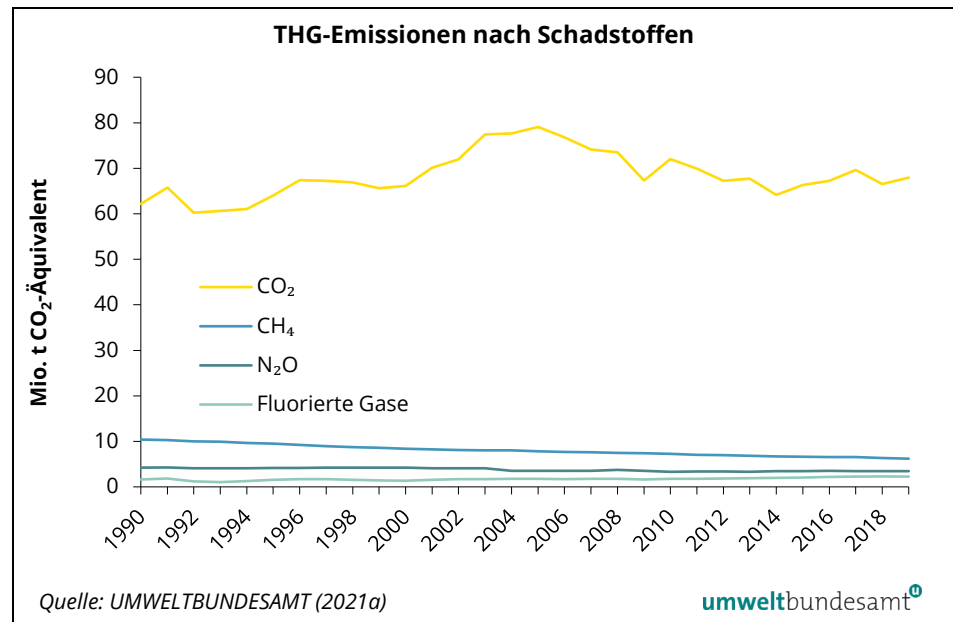
CH₄- und N₂O-Rückgang

Bei den CH₄-Emissionen Österreichs kam es von 1990 bis 2019 zu einem Rückgang um 40 %. Für den Rückgang der N₂O-Emissionen um 18,5 % gegenüber 1990 sind Maßnahmen in der Chemischen Industrie (katalytische Reduktion bei der Salpetersäureproduktion) sowie der sinkende Viehbestand (v. a. Rinder) und der reduzierte Mineraldüngereinsatz in der Landwirtschaft hauptverantwortlich.

F-Gas-Trend

Seit dem Basisjahr 1990 sind die Emissionen der Fluorierten Gase um 35,2 % angestiegen. Dies ist v. a. auf den vermehrten Einsatz fluorierter Kohlenwasserstoffe als Kälte- und Kühlmittel zurückzuführen.

Abbildung 21:
Treibhausgase nach
Schadstoffen
1990–2019.



2.4 Wirtschaftliche Einflussfaktoren auf den Trend der Treibhausgas-Emissionen

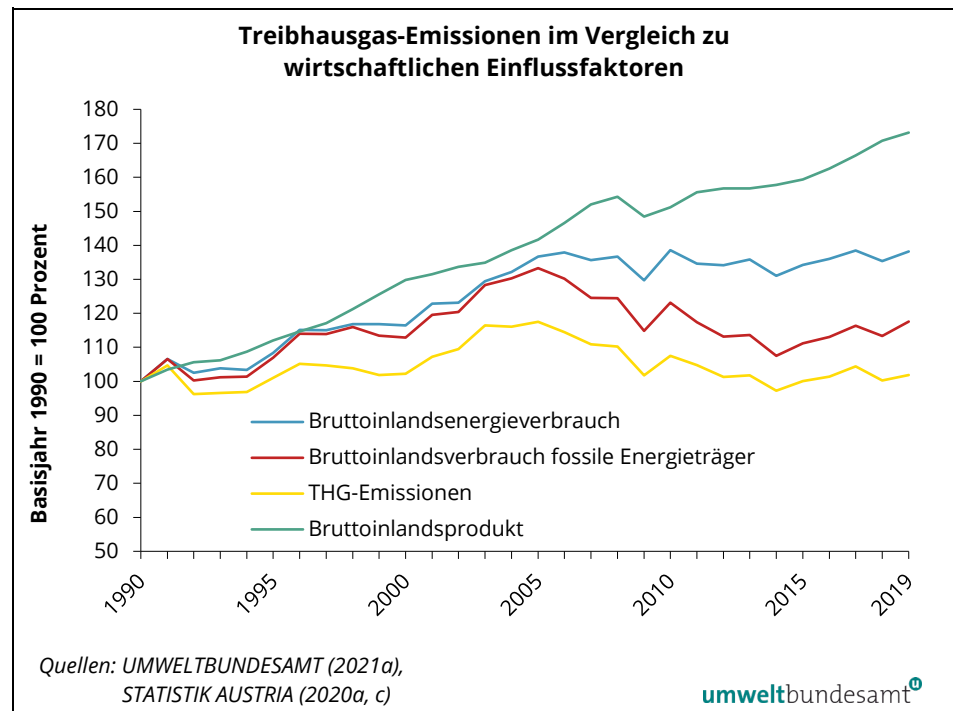
Der Verlauf der Treibhausgas-Emissionen hängt von vielen Faktoren ab, auf die im Detail noch im Rahmen der sektoralen Trendanalyse dieses Berichtes eingegangen wird (siehe Kapitel 3). Im Folgenden werden einige wesentliche wirtschaftliche Einflussfaktoren auf die Treibhausgas-Emissionen Österreichs analysiert.

Bruttoinlandsenergieverbrauch

Rund drei Viertel der Treibhausgase sind energiebedingt. Daher geht die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen besonders mit der Entwicklung des Anteils fossiler Energieträger am Bruttoinlandsenergieverbrauch (BIV) einher. Der BIV hat sich gegenüber 1990 um 38,2 % erhöht, ist über den gesamten Zeitraum 1990–2019 jedoch weniger stark gewachsen als das reale Bruttoinlandsprodukt (+ 73,2 %) (STATISTIK AUSTRIA 2020a, c; siehe Abbildung 22, Tabelle 8).

Generell machten sich seit Mitte der 2000er-Jahre v. a. der vermehrte Einsatz von kohlenstoffärmeren und erneuerbaren Energieträgern wie auch Emissionsrückgänge in den nicht energetischen Bereichen (z. B. Abfalldéponierung) positiv bemerkbar. Von 2005 bis 2014 ist eine Entkoppelung festzustellen – der Energieverbrauch ist trotz des steigenden Bruttoinlandsproduktes (BIP) annähernd konstant geblieben und die Treibhausgas-Emissionen sinken im selben Zeitraum. Seit 2014 kann dies jedoch nicht mehr beobachtet werden. Die Treibhausgas-Emissionen und der Energieeinsatz steigen, wie auch die wirtschaftliche Entwicklung - wenn auch nicht im selben Ausmaß.

Abbildung 22:
Entwicklung der nationalen Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zum Bruttoinlandsenergieverbrauch, zu fossilen Energieträgern und dem BIP, 1990–2019.



Im Jahr 2019 kam es durch eine höhere Stahlproduktion (nach einem Wartungsstillstand eines Hochofens im Vorjahr) sowie eine höhere Stromproduktion in kalorischen Kraftwerken (insbesondere Erdgas) zu einem Emissionsanstieg. Aber auch im Sektor Gebäude (witterungsbedingt) und im Sektor Verkehr stiegen der fossile Brenn- und Treibstoffeinsatz sowie die Emissionen an.

Tabelle 8: Einfluss der Faktoren Bruttoinlandsenergieverbrauch, Bruttoinlandsverbrauch fossile Energieträger und BIP auf die Treibhausgas-Emissionen in Österreich (Quellen: UMWELTBUNDESAMT 2021a, STATISTIK AUSTRIA 2020a, c).

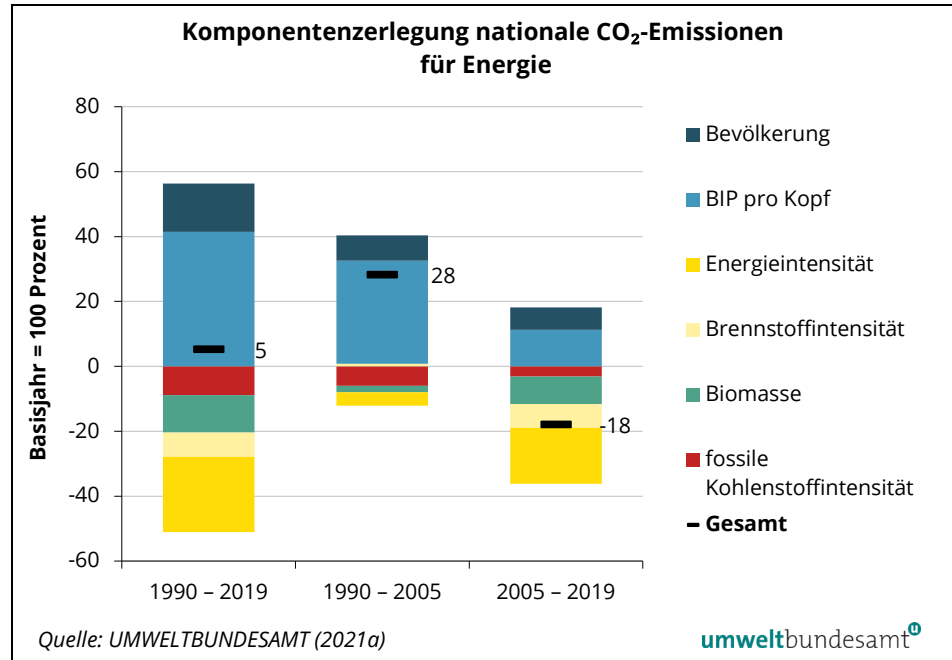
Jahr	THG-Emissionen (Mio. t CO ₂ - Äquivalent)	Bruttoinlands- energieverbrauch (PJ)	Bruttoinlandsverbrauch fossile Energieträger (PJ)	BIP (zu konstanten Preisen von 2015, Mrd. €)
1990	78,4	1.052,3	834,6	216
2005	92,1	1.438,1	1.112,4	306
2010	84,3	1.458,3	1.027,6	327
2018	78,6	1.424,2	946,2	369
2019	79,8	1.453,9	981,4	374
1990–2019	+ 1,8%	+ 38,2%	+ 17,6%	+ 73,2%

Einflussfaktoren auf die Treibhausgas-Emissionen – Komponentenzerlegung

Nachfolgend wird die anteilmäßige Wirkung dargestellt, die ausgewählte Einflussgrößen, wie Bevölkerungsentwicklung, Bruttoinlandsprodukt sowie Kohlenstoff-, Energie- und Brennstoffintensitäten und Biomasse, auf die CO₂-Emissionsentwicklung in Österreich haben. Die nationalen Emissionen der Energiesektoren der Jahre 1990, 2005 und 2019 wurden mit der Methode der Komponentenzerlegung miteinander verglichen.

Methodik Mit der Komponentenzerlegung wird aufgezeigt, welche Faktoren im betrachteten Zeitraum tendenziell den größten Einfluss auf die Emissionsänderung ausgeübt haben. Die Größe der Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 23:
Komponentenzerlegung
der nationalen
CO₂-Emissionen für
Energie.



Einflussfaktoren	Definition
Bevölkerung	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der wachsenden Bevölkerungszahl von 7,7 Mio. (1990) auf 8,2 Mio. (2005) und 8,9 Mio. (2019) ergibt.
BIP pro Kopf	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden Wertschöpfung pro Kopf (Preisbasis 2015) von 28.100 € (1990) auf 37.200 € (2005) und 42.100 € (2019) ergibt.
Energieintensität (BIV/BIP)	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Bruttoinlandsenergieverbrauchs (BIV) pro Wertschöpfungseinheit (BIP) von 4,9 Tj/Mio. € (1990) auf 4,7 Tj/Mio. € (2005) und 3,9 Tj/Mio. € (2019) ergibt.
Brennstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des verringerten Brennstoffeinsatzes pro Bruttoinlandsenergieverbrauch (BIV) von 75 % (1990) auf 70 % (2019) ergibt, wobei im Zeitraum von 1990–2005 ein geringfügiger Anstieg auf 76 % (2005) stattfand.
Biomasse	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils der Biomasse am gesamten Brennstoffeinsatz von 96 PJ (1990) auf 149 PJ (2005) und 217 PJ (2019) ergibt.
fossile Kohlenstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der sinkenden energiebedingten CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 73,2 Tonnen/TJ (1990) auf 69,5 Tonnen/TJ (2005) und 67,1 Tonnen/TJ (2019) ergibt. Der Grund für diese Entwicklung liegt im zunehmenden Einsatz von kohlenstoffärmeren fossilen Brennstoffen (Erdgas) zur Energieerzeugung.

**BIP/Kopf am meisten
emissionserhöhend**

Aus den Entwicklungen seit 1990 wird ersichtlich, dass im betrachteten Zeitraum insgesamt gesehen ein enger Zusammenhang zwischen Wirtschaftsleistung (gemessen am BIP bzw. BIP/Kopf) und der Entwicklung des Bruttoinlandsenergieverbrauchs und damit der nationalen Treibhausgas-Emissionen besteht. Auch im Ergebnis der Komponentenzerlegung wird die Einkommenskomponente (BIP/Kopf) als größter emissionserhöhender Faktor unter den ausgewählten Einflussgrößen identifiziert.

In Bezug auf die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen ist eine weitere Entkopplung zwischen Bruttoinlandsenergieverbrauch und BIP notwendig. Hier sind auch im Hinblick auf die langfristigen Klimaziele branchenweise geeignete Vorgehensweisen unter Berücksichtigung innovativer Technologien zu entwickeln und umzusetzen.

2.5 Emissionen auf Bundesländerebene

Im Rahmen der Bundesländer Luftschadstoff-Inventur (BLI) werden jährlich in Kooperation mit den Ämtern der Landesregierungen Bundesländer-Emissionsdaten erstellt (UMWELTBUNDESAMT 2020). Die der Regionalisierung dieses Berichts zugrundeliegenden Daten basieren auf der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) für die Jahre 1990–2018.

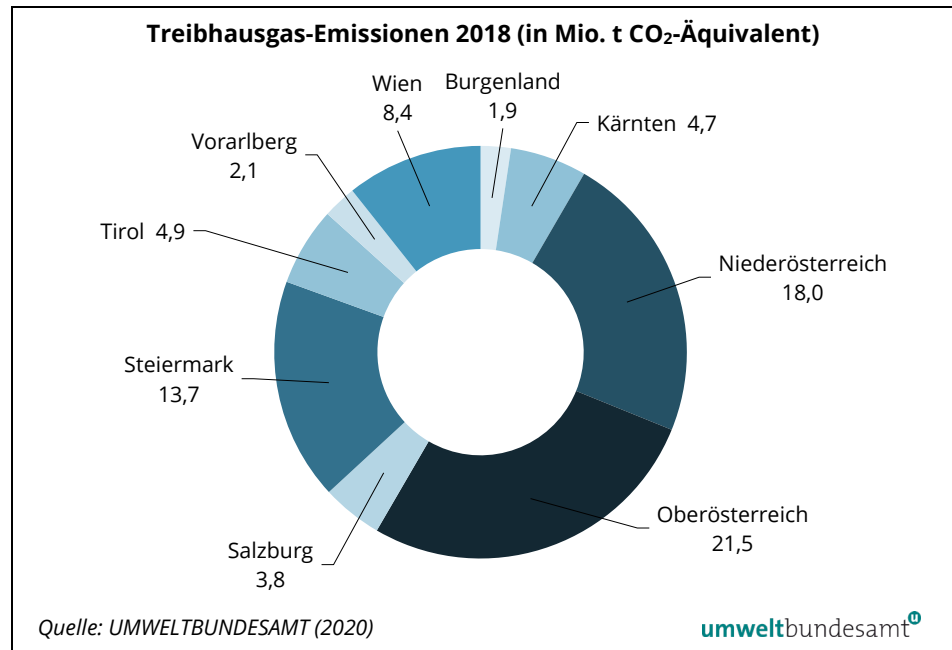
Anteile der Bundesländer

Im Jahr 2018 betragen die Anteile der Bundesländer an den nationalen Treibhausgas-Emissionen Österreichs für Oberösterreich 27 %, für Niederösterreich 23 %, für die Steiermark 17 %, für Wien 11 %, für Tirol und Kärnten jeweils 6 %, für Salzburg 5 %, für Vorarlberg 3 % und für das Burgenland 2 %.

Ein Großteil der nationalen Treibhausgas-Emissionsmenge (siehe Abbildung 24) wird somit von den Bundesländer Oberösterreich, Niederösterreich und der Steiermark emittiert. In diesen drei, sowohl flächenmäßig als auch nach der Bevölkerungszahl, großen Ländern liegen wichtige Industriestandorte (z. B. Stahlwerk Linz) und sie beinhalten zudem bedeutende Einrichtungen der nationalen Energieversorgung, wie z. B. die Raffinerie in Schwechat oder große kalorische Kraftwerke. Der Verkehr spielt in diesen drei Bundesländern ebenfalls eine bedeutende Rolle. Das bevölkerungsreichste Bundesland Wien ist als Großstadt grundlegend anders strukturiert als die übrigen Bundesländer. Die größten Emittenten Wiens sind die Sektoren Verkehr, Energie und Gebäude. Verkehr, Industrie, Gebäude und Landwirtschaft dominieren die Treibhausgas-Emissionen der Bundesländer Burgenland, Kärnten, Salzburg, Tirol und Vorarlberg.

Eine detaillierte Beschreibung der Bundesländer-Emissionstrends ist im Bericht „Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2018“ (UMWELTBUNDESAMT 2020) zu finden.

Abbildung 24:
Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2018 auf Bundesländerebene.



2.5.1 Sektor Energie und Industrie

Der überwiegende Anteil der Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie wird von Emissionshandelsbetrieben verursacht (siehe auch Kapitel 3.1.8).

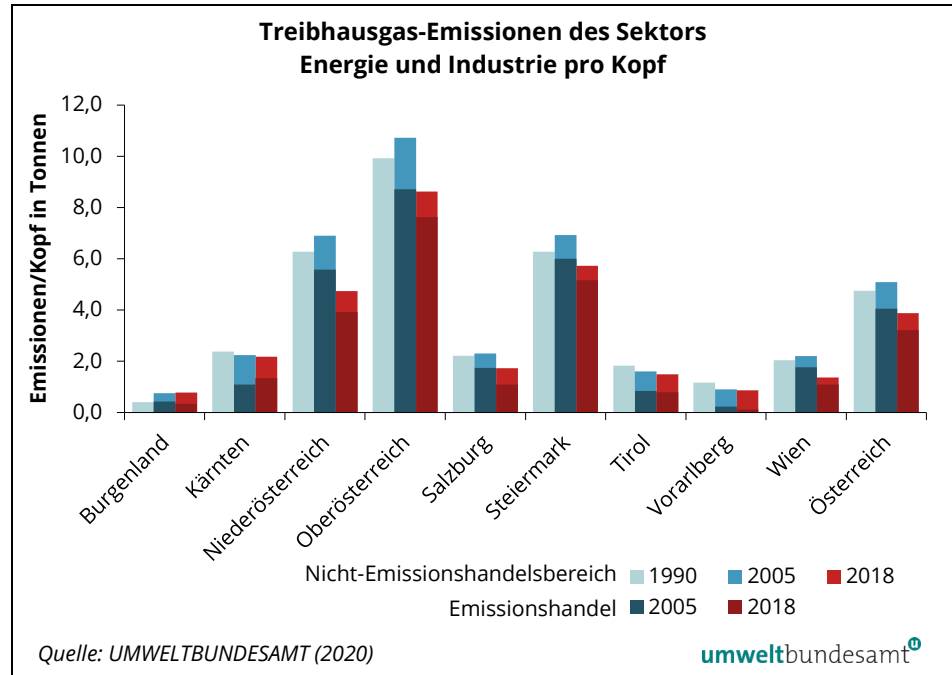
Pro-Kopf-Emissionen

Das Industrieland Oberösterreich liegt bei den Pro-Kopf-Emissionen (siehe Abbildung 25) an erster Stelle, gefolgt von der Steiermark, deren industrielle Treibhausgas-Emissionen ebenfalls von der energieintensiven Eisen- und Stahlindustrie geprägt sind. Weitere bedeutende Industriesparten sind die Chemische Industrie (OÖ, NÖ), die Zementindustrie (Ktn, NÖ, OÖ, Sbg, Stmk, T), die Papierindustrie (NÖ, OÖ, Stmk) und die Halbleiterherstellung (Ktn).

Niederösterreich weist insbesondere als Standort von Einrichtungen der österreichischen Energieversorgung, wie z. B. der Raffinerie Schwechat, dem kalorischen Kraftwerk Dürnrohr²⁵ sowie von Anlagen zur Erdöl- und Erdgasförderung, überdurchschnittliche Pro-Kopf-Emissionen auf.

²⁵ Das Kraftwerk Dürnrohr war im Berichtszeitraum noch in Betrieb, wurde jedoch im August 2019 stillgelegt.

Abbildung 25:
Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energie und Industrie pro Kopf auf Bundesländerebene.

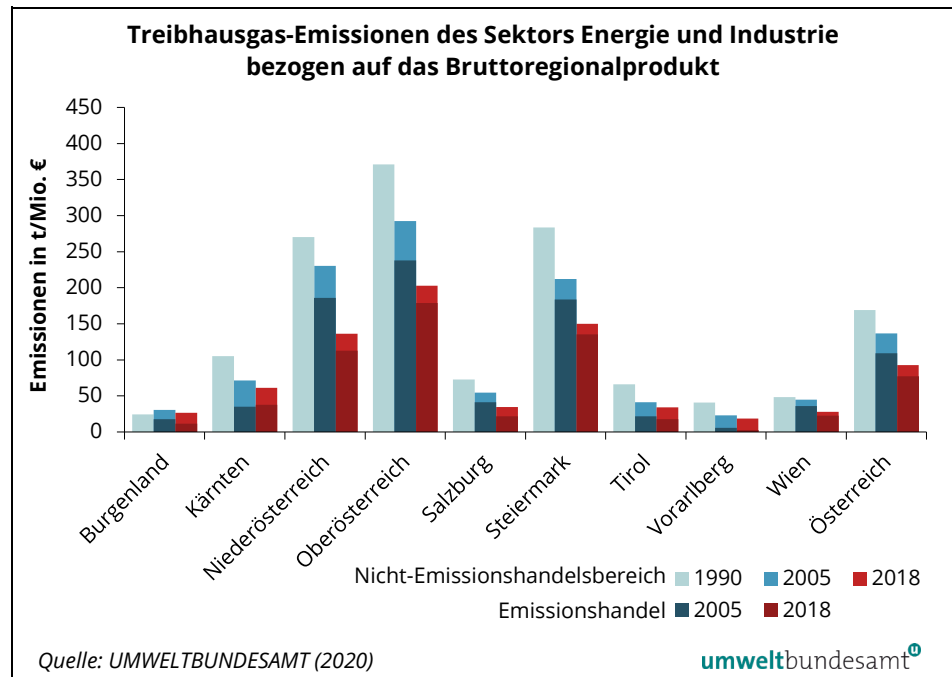


Bruttoregionalprodukt

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie haben, gemessen am Bruttoregionalprodukt, in allen Bundesländern mit Ausnahme vom Burgenland deutlich abgenommen (siehe Abbildung 26). Der leichte Anstieg im Burgenland gegenüber 1990 ist auf die etwas stärkere Industrialisierung des Landes seit dem EU-Beitritt zurückzuführen.

Insbesondere in Oberösterreich, Niederösterreich und in der Steiermark konnten deutliche Verbesserungen der Emissionsintensität in Bezug auf die Wirtschaftsleistung erzielt werden.

Abbildung 26:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energie und Industrie auf Bundesländerebene, bezogen auf das Bruttoregionalprodukt.

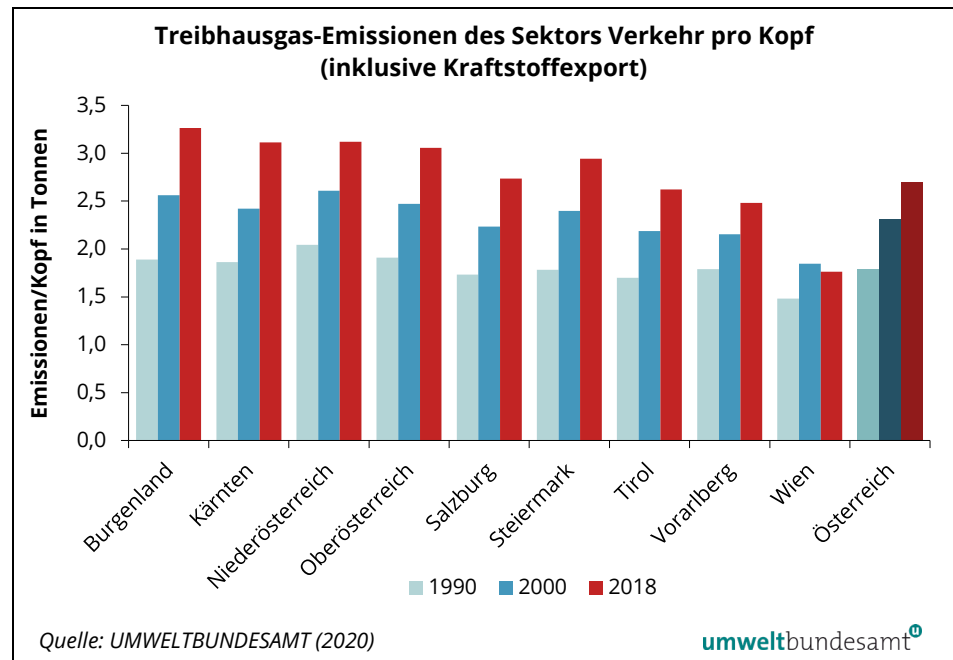


2.5.2 Sektor Verkehr

Pro-Kopf-Emissionen

Alle Bundesländer haben für den Verkehrssektor seit 1990 eine Zunahme der Treibhausgas-Emissionen pro Kopf zu verzeichnen. Neben den steigenden Fahrleistungen im Inland wirkt sich hier auch der im Vergleich zu 1990 vermehrte Kraftstoffexport aus, bedingt durch günstige Kraftstoffpreise in Österreich (siehe auch Kapitel 3.2).

Abbildung 27:
Entwicklung der
Treibhausgas-Emissionen des Sektors Verkehr pro Kopf auf Bundesländerebene (inklusive Kraftstoffexport).



Aufgrund des hohen Anteils am öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) werden für Wien die geringsten Pro-Kopf-Emissionen ausgewiesen. Vor allem der starke Zuzug in die Bundeshauptstadt lässt in Wien – als einzigem Bundesland – die Treibhausgas-Emissionen pro Kopf im Vergleich zu 2000 leicht sinken.

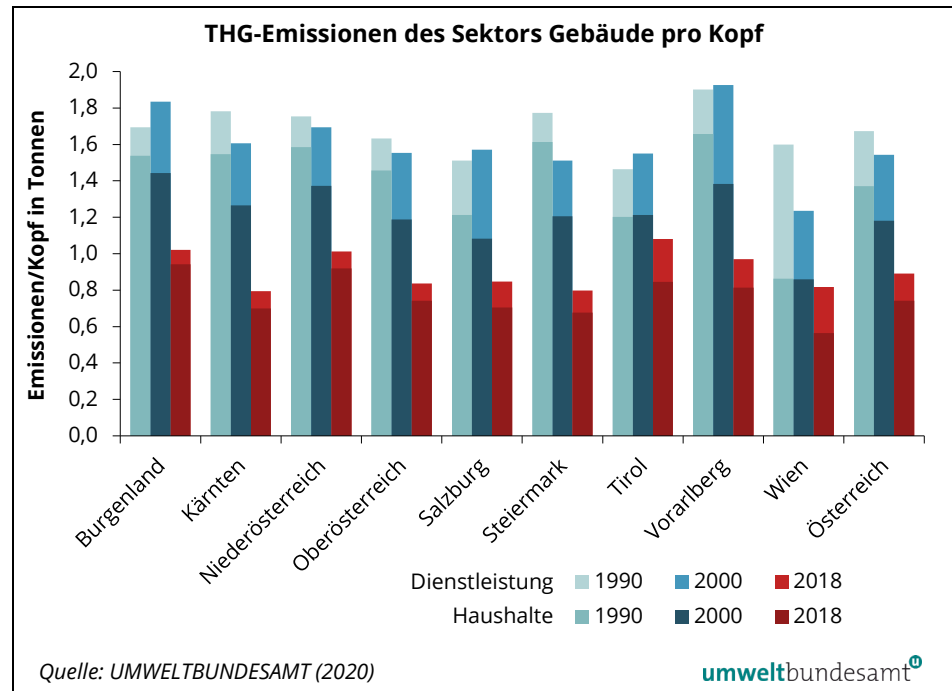
2.5.3 Sektor Gebäude

Pro-Kopf-Emissionen der Privathaushalte

Bei den Pro-Kopf-Emissionen der Privathaushalte kam es österreichweit seit 1990 zu einem nahezu kontinuierlichen Rückgang. Im Bereich der Dienstleistungen hingegen ist erst seit 2005 eine Trendwende hin zu abnehmenden Pro-Kopf-Emissionen bemerkbar. Maßnahmen zur thermisch-energetischen Sanierung des Altbaubestandes, der Ausbau von Fernwärme²⁶ und erneuerbaren Energieträgern sowie die Umsetzung von Vorgaben zur Energieeffizienz im Neubau führten zu sinkenden Pro-Kopf-Emissionen in diesem Sektor.

²⁶ Der Ausbau von Fernwärme führt (in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Fernwärmeaufbringung) potenziell zu einer Verlagerung der Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude in den Sektor Energie und Industrie.

Abbildung 28:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Gebäude pro Kopf auf Bundesländerebene.



strukturelle Unterschiede

In der Entwicklung der Pro-Kopf-Emissionen der Haushalte spiegeln sich die unterschiedlichen Strukturen der Bundesländer wider: Bundesländer mit vorwiegend urbaner Struktur, wie z. B. Wien, erreichen durch den Ausbau von Fernwärme sowie die kompakte Bauweise im Gebäudebestand trotz eines relativ hohen fossilen Anteils bei den eingesetzten Brennstoffen niedrigere Pro-Kopf-Emissionen. In Bundesländern mit vorwiegend ländlicher Struktur zeigt die Ausgangssituation im Jahr 1990 höhere Pro-Kopf-Emissionen der Haushalte. Dies kann auf die hohe Anzahl an Wohngebäuden pro EinwohnerIn und auf die vergleichsweise große Wohnnutzfläche pro Wohnung zurückgeführt werden. Auch der Anstieg der Wohnfläche pro Kopf ist seit 1990 in ländlichen Gebieten höher als z. B. in Wien. Deutliche Emissionsreduktionen konnten insbesondere durch die Steigerung der thermischen Gebäudequalität (besonders Kärnten, Burgenland, Niederösterreich und Steiermark) und durch die vermehrte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern bei den Privathaushalten (besonders Vorarlberg, Steiermark und Oberösterreich) erreicht werden. Die Pro-Kopf-Emissionen in den Bundesländern mit einem hohen Anteil an Öl-Heizungen, wie z. B. Tirol, sind weiterhin vergleichsweise hoch.

Pro-Kopf-Emissionen im Dienstleistungsbereich

Im Dienstleistungsbereich sind die Pro-Kopf-Emissionen in den Bundesländern mit einem hohen Anteil von Tourismusbetrieben, wie z. B. Tirol, Vorarlberg und Wien, weiterhin hoch. Die Reduktion seit 1990 in Wien in diesem Bereich ist v. a. durch die vermehrte Nutzung von Fernwärme (potenzielle Verlagerung von Treibhausgas-Emissionen in den Sektor Energie und Industrie) bedingt.

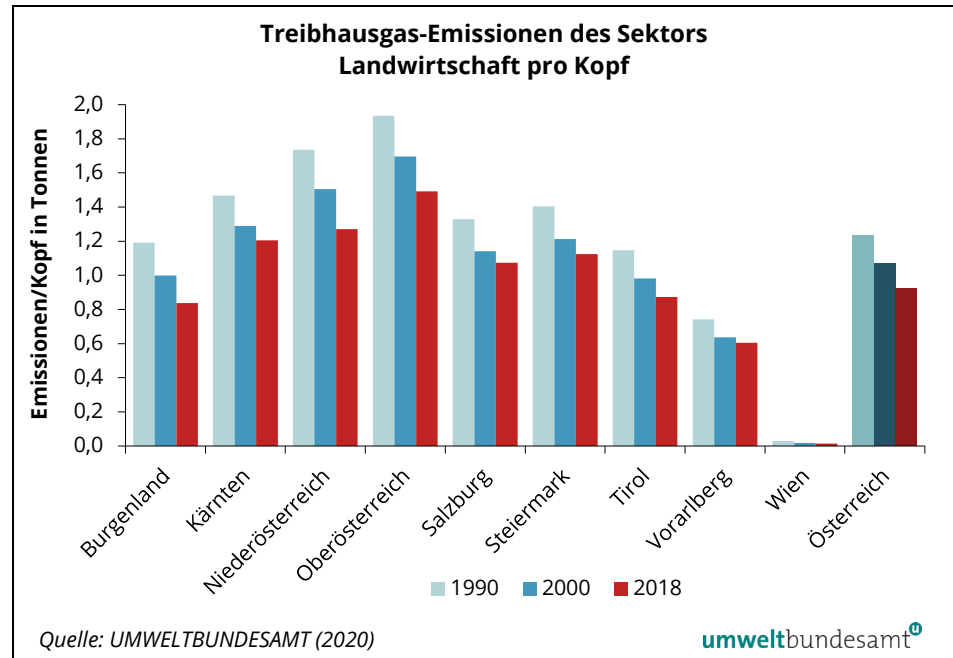
2.5.4 Sektor Landwirtschaft

Pro-Kopf-Emissionen

In der Landwirtschaft konnten die Pro-Kopf-Emissionen im Vergleich zu 1990 in allen Bundesländern gesenkt werden. Dies ist in erster Linie auf die Rinderhaltung zurückzuführen, deren Viehbestand insbesondere in den Bundesländern Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark deutlich zurückging. In den meisten Bundesländern zeigte auch der effizientere Einsatz von Mineraldünger Wirkung. Die rückläufige Nutzung von Heizöl und Kohle bei den stationären land- und forstwirtschaftlichen Anlagen wirkte sich ebenfalls emissionsmindernd aus.

In Vorarlberg hat der Rinderbestand seit 1990 leicht zugenommen, in diesem Bundesland war der rückläufige Heizölverbrauch in land- und forstwirtschaftlichen Anlagen für den Rückgang der Pro-Kopf-Emissionen verantwortlich.

Abbildung 29:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Landwirtschaft pro Kopf auf Bundesländerebene.



2.5.5 Sektor Abfallwirtschaft

Pro-Kopf-Emissionen

Die Pro-Kopf-Emissionen des Sektors Abfallwirtschaft nahmen im Vergleich zu 1990 mit Ausnahme von Salzburg²⁷ in allen Bundesländern ab. Dieser Rückgang ist vorwiegend auf sinkende Methan-Emissionen aus Deponien aufgrund des Ablagerungsverbots von unbehandelten Abfällen mit hohem organischem Anteil sowie die Deponiegaserfassung (Deponieverordnung; BGBl. II Nr. 39/2008 i.d.g.F.) zurückzuführen. Aufgrund des seit 2004 – bzw. für die Bundesländer

²⁷ Dieser Emissionstrend lässt sich damit erklären, dass in Salzburg schon seit Langem ein großer Teil des Abfalls in den MBA-Anlagen Siggerwiesen und Zell am See vorbehandelt wird; aufgrund dessen sind bereits die historischen Emissionen aus den Abfalldeponien verhältnismäßig gering.

Kärnten, Tirol, Vorarlberg und Wien seit 2009 und dem Burgenland seit 2005 – bestehenden Ablagerungsverbot von unbehandelten Abfällen mit hohem Organik-Anteil haben die Abfallverbrennung sowie auch die mechanisch-biologische Abfallbehandlung deutlich an Bedeutung gewonnen.

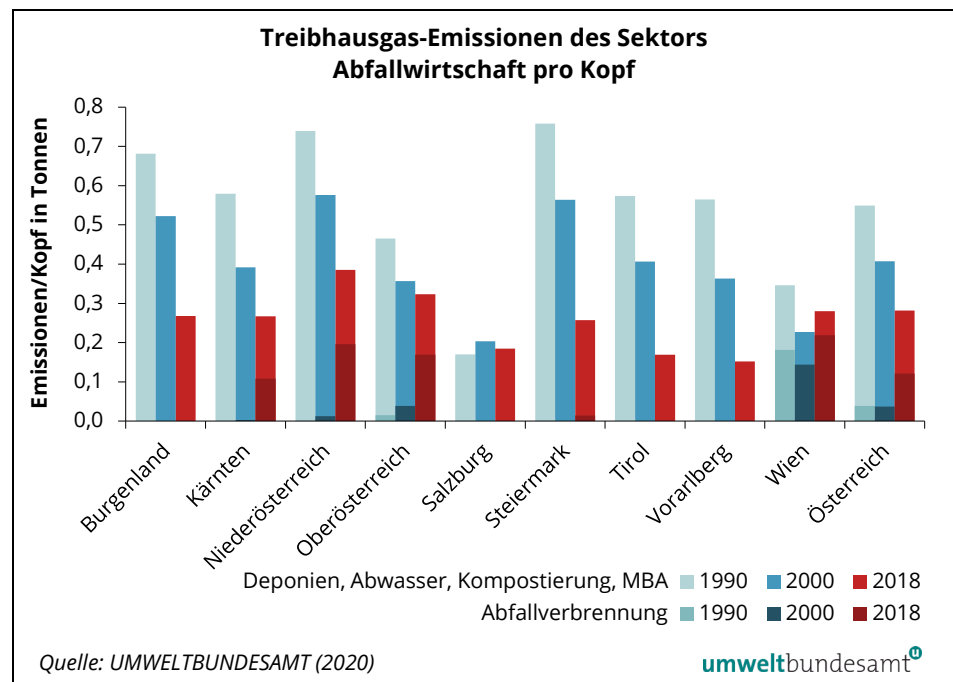
Müllverbrennung reduziert Treibhausgas-Emissionen

Der Übergang von der Deponierung zur Müllverbrennung führt, bezogen auf eine Tonne unbehandelten Restmüll, zu verringerten Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Abfall, da die Emissionen von CO₂-Äquivalenten bei der Verbrennung deutlich geringer sind als bei der Deponierung. Ebenso verursacht die Ablagerung von Rottereststoffen aus einer mechanisch-biologischen Vorbehandlung geringere Emissionen als die Ablagerung von unbehandeltem Restmüll.

Abfallverbrennungsanlagen gibt es in Wien, Niederösterreich, Kärnten, Oberösterreich und in der Steiermark. In manchen dieser Anlagen wird auch Abfall aus anderen Bundesländern oder aus dem Ausland verbrannt. Bundesländerübergreifende Abfalltransporte beeinflussen die ausgewiesenen Pro-Kopf-Emissionen. Mechanisch-biologische Behandlungsanlagen gibt es in Niederösterreich, Tirol, Salzburg, im Burgenland und in der Steiermark.

Die Abwasserbehandlung und -entsorgung verursachte im Jahr 2018 rund 8 % der Treibhausgase in diesem Sektor. Die Behandlung kommunaler Abwässer erfolgt österreichweit vorwiegend in kommunalen Kläranlagen. Kläranlagen mit einer hohen Stickstoffentfernung weisen geringere Lachgas-Emissionen auf.

Abbildung 30: Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Abfallwirtschaft pro Kopf auf Bundesländerebene.



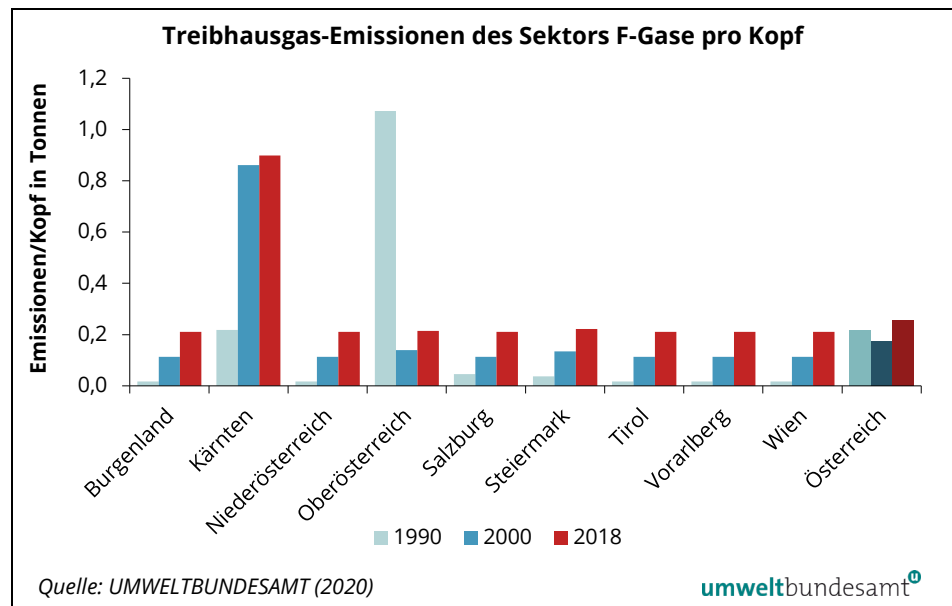
2.5.6 Sektor F-Gase

Pro-Kopf-Emissionen

Die Pro-Kopf-Emissionen dieses Sektors entwickelten sich aufgrund der Disaggregierungsmethodik nach Einwohnern in vielen Bundesländern ident dem Bundestrend und sind insbesondere durch den steigenden Einsatz von F-Gasen im Klima- und Kühlbereich geprägt.

Im Bundesland Kärnten kommt es vorwiegend durch die Halbleiterindustrie und den Einsatz von PFC, SF₆ und NF₃ als Prozessgase zu höheren Pro-Kopf-Emissionen (siehe Abbildung 31). Die hohen Pro-Kopf-Emissionen Oberösterreichs im Jahr 1990 wurden durch die Aluminium-Primärproduktion (Ausstoß von FKW als Nebenprodukt bei der Herstellung) verursacht, welche im Jahr 1992 eingestellt wurde.

Abbildung 31:
Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors F-Gase pro Kopf auf Bundesländerebene.



2.6 Österreich im europäischen und globalen Vergleich

In diesem Kapitel werden Österreichs Treibhausgas-Emissionen mit den Emissionen der EU-27 Länder und ausgewählter Länder außerhalb des EU-Raumes verglichen.

2.6.1 EU-Vergleich

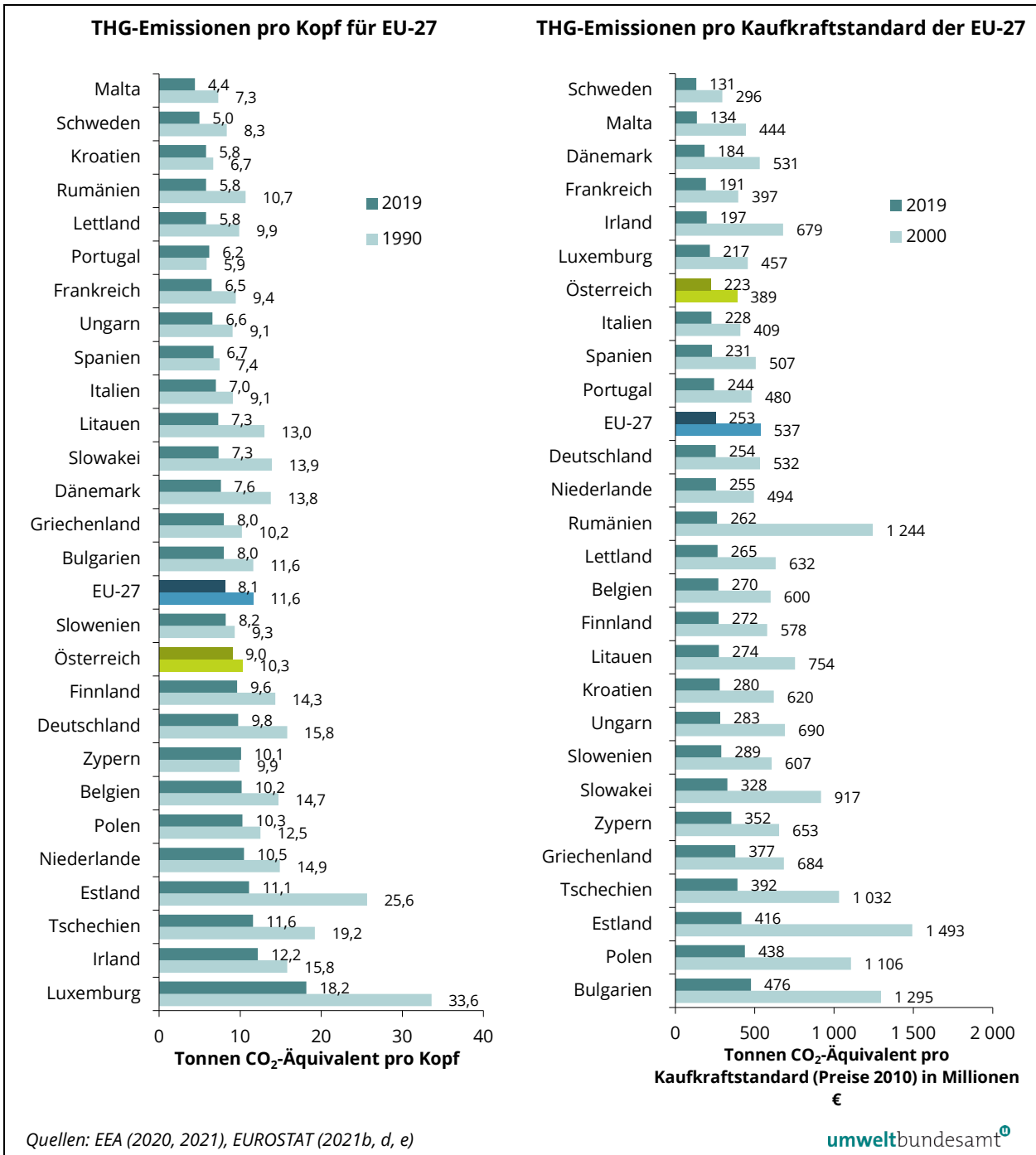
Dargestellt werden einerseits die Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und pro Kaufkraftstandard der einzelnen Länder für die Jahre 1990 bzw. 2000 und 2019 (siehe Abbildung 33) und andererseits werden die ESD-Emissionen²⁸ des Jahres 2019 mit den ESD-Zielen für 2019 und 2020 verglichen (siehe Abbildung 33).

Treibhausgas-Emissionen pro Kopf

Die Treibhausgas-Emissionen pro Kopf betragen in den EU-27 Staaten im Jahr 2019 durchschnittlich 8,1 Tonnen CO₂-Äquivalent. Mit Ausnahme von Portugal und Zypern konnten alle Mitgliedstaaten ihre Treibhausgas-Emissionen pro Kopf im Zeitraum 1990–2019 senken. In Österreich haben die Pro-Kopf-Emissionen seit 1990 um 12 % abgenommen und lagen mit 9,0 Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2019 leicht über dem Wert der EU-27.

²⁸ Effort Sharing-Decision (ESD): Entscheidung Nr. 406/2009/EG (siehe Kapitel 1.4.1.1).

Abbildung 32: Vergleich der Treibhausgas-Emissionen 1990 bzw. 2000 und 2019 pro Kopf und pro Kaufkraftstandard²⁹ zwischen den EU-27 Staaten.



²⁹ Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Millionen zu Marktpreisen ist hier als Kaufkraftstandard gemessen. Dies ist die geeignete Einheit für die Beurteilung der Wirtschaftsleistung von Ländern in einem speziellen Jahr. Währungsumrechnungskurse werden verwendet, um in eine gemeinsame Währung umzurechnen, wodurch die Kaufkraftunterschiede von verschiedenen Währungen ausgeglichen werden. Unterschiede im Preisniveau in verschiedenen Ländern werden dadurch ausgeschaltet, was somit aussagekräftigere BIP-Volumenvergleiche ermöglicht.

Treibhausgas-Emissionen pro Kaufkraftstandard

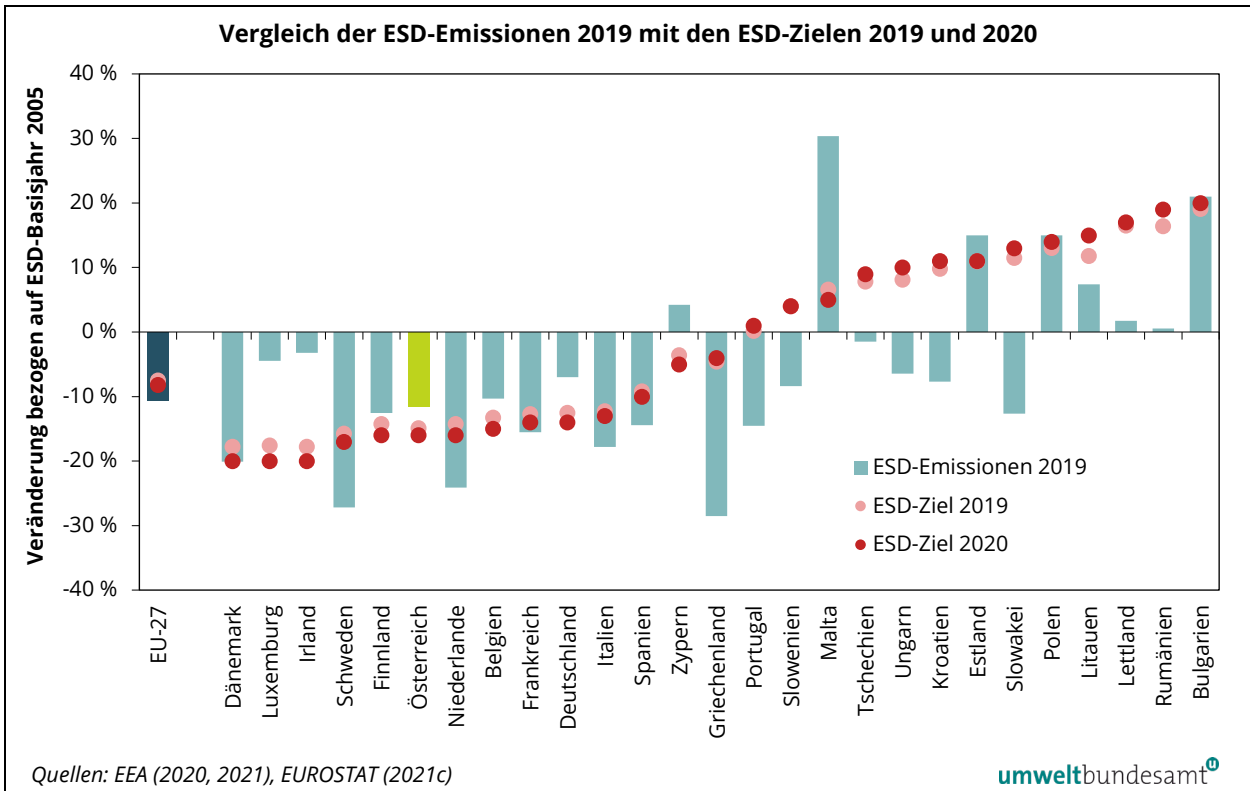
Im Vergleich der Treibhausgas-Emissionen pro Kaufkraftstandard zeigt sich generell, dass – u. a. bedingt durch Unterschiede im Brennstoffmix und in der Wirtschaftsstruktur – die neueren Mitgliedstaaten zum Großteil deutlich höhere Emissionen pro Kaufkraftstandard aufweisen als die älteren EU-Mitgliedstaaten. Am höchsten war die Emissionsintensität pro Kaufkraftstandard im Jahr 2019 in Bulgarien, Polen und Estland.

Österreich belegte 2019 beim Kaufkraftstandard den siebten Rang innerhalb der EU-Mitgliedstaaten. Für niedrige Emissionen pro Kaufkraftstandard sind in Schweden ein hoher Anteil von Wasserkraft und Atomstrom an der Stromproduktion verantwortlich. In Frankreich ist ebenfalls der hohe Atomstromanteil ausschlaggebend und Dänemark deckt einen steigenden Anteil seiner Strom- und Wärmeproduktion durch Erneuerbare. In Rumänien, Estland und Irland konnten Emissionen pro Kaufkraftstandard zwischen 2000 und 2019 am stärksten reduziert werden. Italien, Österreich, Zypern und Griechenland gehören zu den Ländern mit den geringsten Reduktionen gegenüber 2000.

Reduktionsziel unterschritten

In Abbildung 33 werden für die 27 EU-Staaten die ESD-Emissionen des Jahres 2019 mit den jeweiligen ESD-Zielen für die Jahre 2019 und 2020 verglichen. Die Darstellung erfolgt in Prozent, bezogen auf die Emissionsabweichung zum ESD-Basisjahr 2005. Beim Vergleich zeigt sich, dass elf Länder (darunter: Luxemburg, Irland, Finnland, Österreich, Belgien, Deutschland, Zypern, Malta, Estland, Polen und Bulgarien) ihr Ziel für 2019 nicht erreicht haben. Das gemeinsame Ziel der EU für 2019 konnte jedoch unterschritten werden. Im Jahr 2019 lagen bereits 16 Länder unter ihrem jeweiligen Ziel für 2020.

Abbildung 33: Vergleich der Emissionen gemäß ESD für das Jahr 2019 mit den ESD-Zielen für 2019 und 2020.



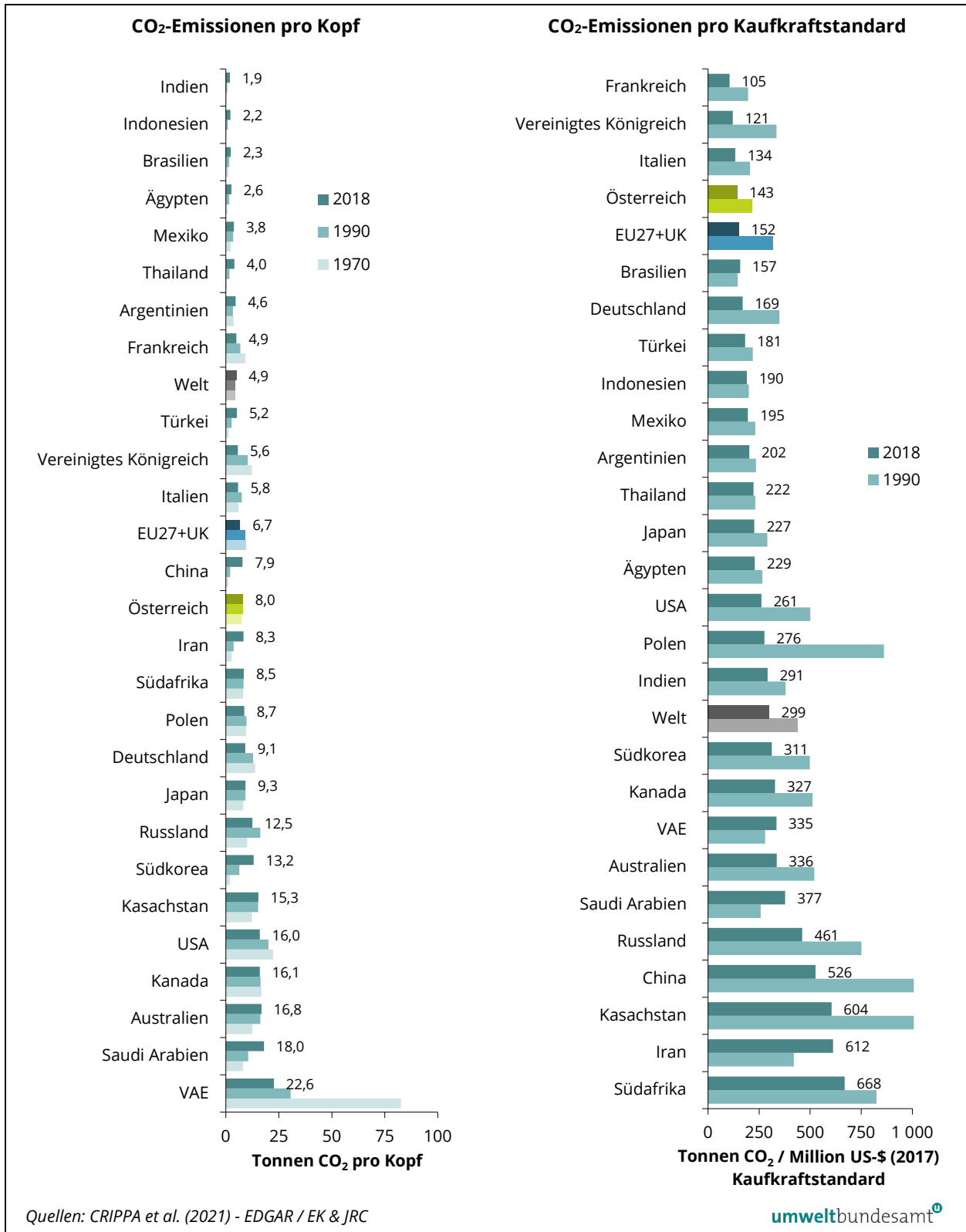
2.6.2 Globaler Vergleich

Für den internationalen Vergleich werden aufgrund der Datenverfügbarkeit ausschließlich CO₂-Emissionen betrachtet, da hierfür ein konsistenter Datensatz über alle Staaten zur Verfügung steht.

Treibhausgas-Emissionen pro Kopf

Bei den Pro-Kopf-Emissionen zeigt sich, dass Indien, Indonesien und Brasilien die geringsten Emissionen 2018 aufweisen. Den höchsten Wert der ausgewählten Länder haben im Jahr 2018 die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) vor Saudi-Arabien, Australien, Kanada und USA. Im selben Betrachtungsjahr liegen die Pro-Kopf-Emissionen in Österreich mit 8,0 Tonnen um 1,3 Tonnen über dem EU+UK-Mittel und deutlich über dem globalen Durchschnitt von 4,9 Tonnen (siehe Abbildung 34).

Abbildung 34: Internationaler Vergleich der Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und pro Kaufkraftstandard zwischen ausgewählten Staaten und Jahren.

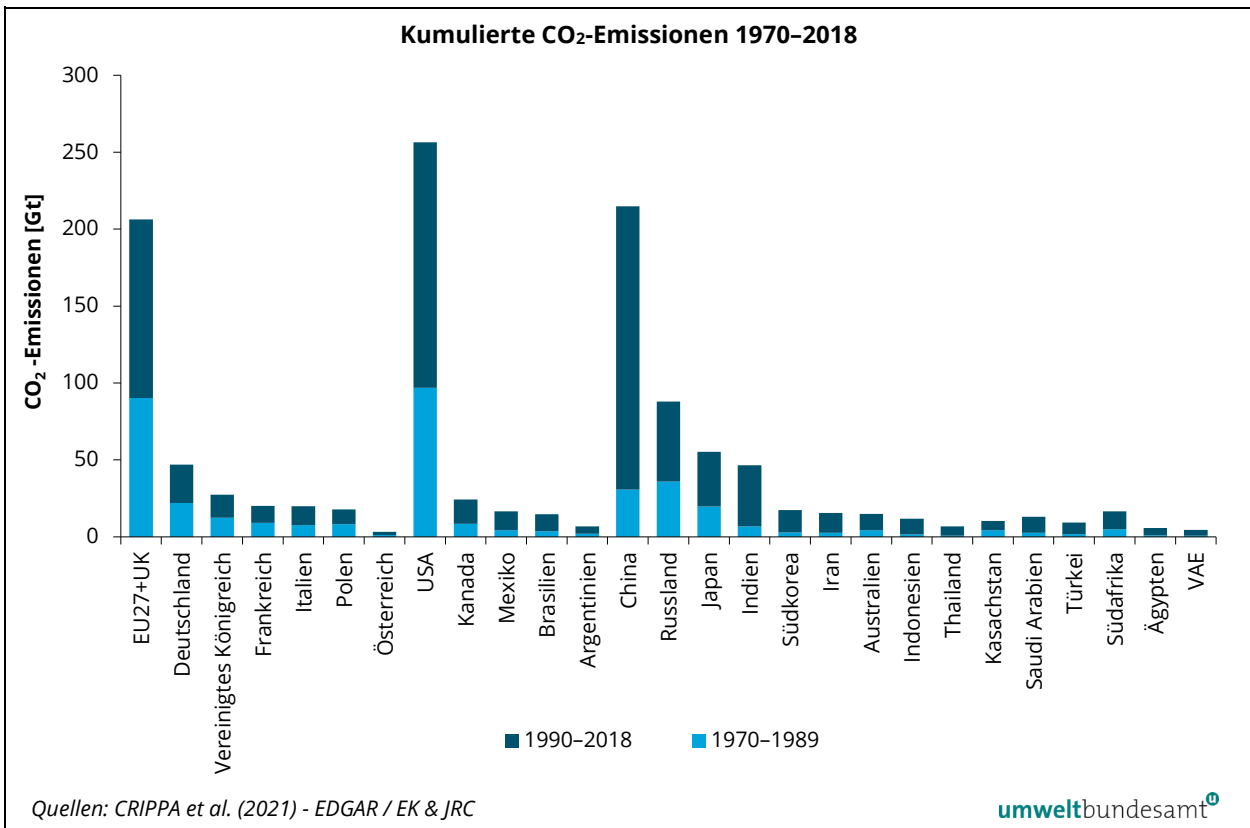


Treibhausgas-Emissionen pro Kaufkraftstandard

Die CO₂-Emissionen pro Kaufkraftstandard werden in Tonnen CO₂-Emissionen je Million US-Dollar (2017) angegeben. Bei den ausgewählten Staaten weisen Südafrika, Iran, Kasachstan, China und Russland die größten kaufkraftbereinigten Emissionen pro Bruttoinlandsprodukt (BIP) auf. Frankreich, Vereinigtes Königreich (UK), Italien, Österreich und Brasilien zeigen den niedrigsten Wert im internationalen Vergleich. Die Emissionen pro BIP im globalen Durchschnitt sind im Vergleich doppelt so hoch wie von Österreich (siehe Abbildung 34).

Die globalen CO₂-Emissionen 1970–2018 aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen belaufen sich auf rund 1.235 Gt CO₂. Beim Vergleich der Länder wird ersichtlich, dass rund 21 % dieser kumulierten Emissionen aus den USA und 17 % aus der EU+UK stammen. China hat ebenfalls einen Anteil von 17 % an den kumulierten Gesamtemissionen seit 1970, wobei rund 86 % der CO₂-Emissionen seit 1990 entstanden sind (EU+UK zum Vergleich nur 56 % seit 1990). Der Anteil Österreichs an den Emissionen seit 1970 beträgt rund 0,3 % (CRIPPA et al. 2021).

Abbildung 35: Kumulierte CO₂-Emissionen 1970–2018 im globalen Vergleich.



3 SEKTORALE TRENDEVALUIERUNG

In diesem Kapitel wird die Entwicklung der Emissionen der Treibhausgase in Österreich, getrennt nach den einzelnen Sektoren, dargestellt und analysiert. Die Einteilung und Reihung der Sektoren erfolgt entsprechend dem Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.g.F.).

Aufbau des Kapitels

Für jeden Sektor wird die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen von 1990 bis 2019 der jeweiligen sektoralen Höchstmenge des Klimaschutzgesetzes gegenübergestellt. Ferner wird auf die wichtigsten Einflussgrößen, die die Entwicklung der Emissionen bestimmen, eingegangen.

Die Datenquelle für den vorliegenden Bericht ist die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI), die das Umweltbundesamt jährlich aktualisiert. Die detaillierten Beschreibungen der Emissionsberechnungen und Datenquellen – sofern nicht anders angeführt – können dem nationalen Inventurbericht über Treibhausgase (UMWELTBUNDESAMT 2021a) entnommen werden.

Komponentenzerlegung

Mit Hilfe der Komponentenzerlegung wird gezeigt, welche Einflussgrößen tendenziell den größten Effekt auf den Emissionstrend ausüben. Die Größe der Balken in den Abbildungen zur Komponentenzerlegung zeigt, wie stark eine Komponente die Emissionen beeinflusst. Die Komponentenzerlegung stellt keine Quantifizierung der Wirkung von Einflussgrößen dar, da deren Wechselwirkungen nicht berücksichtigt sind. Dafür wären weitere Differenzierungen der Wirkungsfelder erforderlich. Ferner ist ein Vergleich der verschiedenen Einflussgrößen nur bedingt aussagekräftig, da die Ergebnisse auch von der Wahl der Parameter abhängen. Die Komponentenzerlegung ist jedoch eine gute Methode, um treibende Kräfte zu identifizieren, und bietet einen ersten systematischen Überblick der strukturellen Veränderungen.

Zusätzlich sind die meisten Faktoren in der Komponentenzerlegung relevante Aktionsfelder für Maßnahmen zur Emissionsminderung, sozusagen die Stellgrößen im jeweiligen System. Das Ausmaß der Effekte (d. h. die Größe der Balken) kann allerdings auch von strukturellen Veränderungen oder sozioökonomischen und anderen Faktoren abhängen. Die Abgrenzung, welcher Anteil der Balken tatsächlich auf Maßnahmenwirkungen zurückgeführt werden kann, ist nicht immer direkt ablesbar. Folglich kann durch die Komponentenzerlegung allein keine Aussage über quantitative Emissionswirkungen einzelner Maßnahmen getroffen werden. Die Methode der Komponentenzerlegung selbst wird in Anhang 2 näher beschrieben.

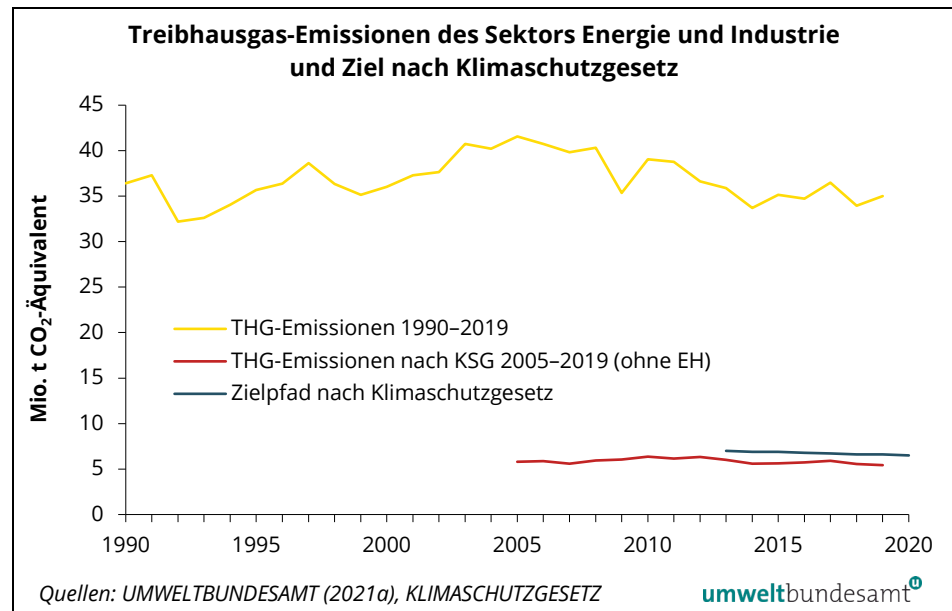
3.1 Sektor Energie und Industrie

Sektor Energie und Industrie				
	THG-Emissionen 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
Gesamt	35,0	43,8 %	+ 3,1 %	- 3,9 %
<i>EH</i>	29,6	37,0 %	+ 4,1 %	
<i>Nicht-EH</i>	5,4	6,8 %	- 2,2 %	

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen im Sektor Energie und Industrie betragen im Jahr 2019 35,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 43,8 % an den nationalen Gesamtemissionen und lagen um 3,9 % (- 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) unter den Emissionen des Jahres 1990. Im Vergleich zum Vorjahr haben die Emissionen um + 3,1 % bzw. 1,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent zugenommen.

Abbildung 36:
Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie, 1990–2019, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



EH-Bereich

Im Jahr 2019 wurden 84,5 % der Emissionen dieses Sektors durch den Emissionshandel abgedeckt. Die Emissionshandelsbetriebe verursachten im Jahr 2019 Treibhausgas-Emissionen im Ausmaß von 29,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (Energie: 9,2 Mio. Tonnen, Industrie: 20,3 Mio. Tonnen). Das sind um 4,1 % (+ 1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) mehr als im Jahr 2018 und um 11,4 % bzw. 3,8 Mio. Tonnen weniger als im Jahr 2005, wobei der Geltungsbereich des Emissionshandels ab 2013 ausgeweitet wurde. Bei Berücksichtigung der ab 2013 gültigen Abgrenzung für das Jahr 2005 ergibt sich ein Rückgang der Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2019 gegenüber 2005 um rund 17,3 % bzw. 6,2 Mio. Tonnen.

Nicht-EH-Bereich

Die Emissionen des Nicht-Emissionshandel-Bereichs lagen 2019 bei rund 5,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und somit um 1,2 Mio. Tonnen unterhalb der Höchstmenge des Sektors Energie und Industrie nach dem Klimaschutzgesetz.

Von 2018 auf 2019 kam es zu einem Rückgang um 2,2 % bzw. 0,1 Mio. Tonnen, im Wesentlichen durch den geringeren Einsatz fossiler Brennstoffe (- 0,1 Mio. Tonnen aus Erdgas, - 0,1 Mio. Tonnen aus Ölbrennstoffen, + 0,1 Mio. Tonnen aus Industrieller Abfallverbrennung). Werden die Emissionen außerhalb des Emissionshandels (Nicht-EH) in der ab 2013 gültigen Abgrenzung betrachtet, zeigt sich im Zeitraum 2005–2019 eine Abnahme um 6,6 % bzw. 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Gründe für die Emissionsentwicklung

Ausschlaggebend für die Emissionsentwicklung des Sektors Energie und Industrie (inkl. EH) ab dem Jahr 1990 waren insbesondere der Anstieg der produzierten Stahlmenge sowie die gesteigerte Wirtschaftsleistung der restlichen produzierenden Industrie. Emissionsmindernd wirkten der geringere Einsatz von fossilen Brennstoffen in Kraft- und Heizwerken, die Substitution von Kohle und Heizöl durch Erdgas und der Ausbau von erneuerbaren Energien. Auch durch den vermehrten Stromimport sanken die Emissionen in Österreich. Hauptgründe für die Zunahme 2018 auf 2019 waren die erhöhte Stahlproduktion sowie die erhöhte Stromerzeugung aus Gaskraftwerken. Haupttreiber für die jährlichen Trends ab 2008 waren der Wirtschaftseinbruch im Jahr 2009, eine generell schwankende Stromerzeugung aus Gaskraftwerken, die Abschaltung von Kohlekraftwerken sowie eine im Jahr 2018 vergleichsweise niedrige Stahlerzeugung.

Hauptverursacher

Der Sektor umfasst Anlagen der Energieaufbringung, wie die öffentliche Strom- und Wärmeproduktion (exklusive Abfallverbrennung), die Raffinerie, Gaspipeline-Kompressoren, die Öl- und Erdgasförderung³⁰ und Erdgasverarbeitung sowie die flüchtigen Emissionen aus dem Gasnetz und aus Tanklagern. Der Sektor beinhaltet auch energie- und prozessbedingte Emissionen aus industriellen Produktionsanlagen, wie zum Beispiel aus Eisen- und Stahlerzeugung, Papier- und Zellstoffindustrie, Chemischer Industrie, Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Bauindustrie und mineralverarbeitender Industrie (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Hauptverursacher der Emissionen des Sektors Energie und Industrie inklusive Emissionshandel (in 1.000 t CO₂-Äquivalent) (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Hauptverursacher	1990	2018	2019	Veränderung 2018–2019	Veränderung 1990–2019	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2019
Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion (ohne Abfallverbrennung)	10.808	5.927	6.114	+ 3,2%	- 43,4%	7,7%
Raffinerie	2.398	2.831	2.797	- 1,2%	+ 16,6%	3,5%
Förderung und Transport von fossilen Brennstoffen (energiebedingt)	736	829	856	+ 3,2%	+ 16,3%	1,1%
Diffuse Emissionen aus der Energieförderung und -verteilung	702	370	347	- 6,4%	- 50,6%	0,4%
Eisen- und Stahlproduktion (energie- und prozessbedingte Emissionen)	8.851	11.231	12.159	+ 8,3%	+ 37,4%	15,2%

³⁰ Bei der Öl- und Gasförderung bzw. -verteilung werden u. a. Kompressoren, Trockner und Gaswäscher eingesetzt.

Hauptverursacher	1990	2018	2019	Veränderung 2018–2019	Veränderung 1990–2019	Anteil an den nationalen THG- Emissionen 2019
Sonstige Industrie ohne Eisen- und Stahlproduktion (energiebedingte Emissionen)	7.781	9.029	8.874	- 1,7%	+ 14,0%	11,1%
Mineralverarbeitende Industrie (prozessbedingte Emissionen)	3.092	2.907	2.809	- 3,4%	- 9,2%	3,5%
Chemische Industrie (prozessbedingte Emissionen)	1.555	644	851	+ 32,2%	- 45,3%	1,1%
Lösemiteileinsatz und andere Pro- duktverwendung	480	184	185	+ 0,9%	- 61,4%	0,2%
SUMME	36.404	33.952	34.992	+ 3,1%	- 3,9%	43,8%
davon Emissionshandel (EH)		28.402	29.564	+ 4,1%		37,0%
davon Nicht-EH		5.550	5.428	- 2,2%		6,8%

Die Emissionen aus den mobilen Maschinen der Produzierenden Industrie (hauptsächlich Baumaschinen) sind hier ebenfalls berücksichtigt. Überdies beinhaltet der Sektor auch Kohlenstoffdioxid- und Lachgas-Emissionen aus dem Einsatz von Lösemitteln und aus der Verwendung anderer Produkte (z. B. Einsatz von N₂O für medizinische Zwecke).

Die größten Anteile an den Emissionen dieses Sektors entfallen auf die öffentliche Strom- und Wärmeproduktion, die Eisen- und Stahlerzeugung sowie die „sonstige produzierende Industrie“. Der Großteil der klimarelevanten Emissionen des Sektors Energie und Industrie wird durch das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid verursacht. Die Treibhausgase Methan und Lachgas haben eine geringe Relevanz.

3.1.1 Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion

Unter der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion werden kalorische Kraftwerke, KWK-Anlagen³¹ und Heizwerke, in denen fossile und biogene Brennstoffe eingesetzt werden, darunter auch Abfallverbrennungsanlagen³² sowie Anlagen auf Basis erneuerbarer Energieträger, wie Wasserkraft, Windkraft und Photovoltaik, zusammengefasst. Diese Anlagen speisen in der Regel elektrischen Strom und/oder Fernwärme in ein öffentliches Netz ein.

Einflussfaktoren für die Treibhausgas- Emissionen

Den größten Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen dieses Bereiches hat die Strom- und Wärmeproduktion aus mit fossilen Brennstoffen befeuerten kalorischen Kraftwerken. Primär maßgeblich verantwortlich für die Auslastung dieser Anlagen und damit einhergehend den Ausstoß von Treibhausgas-Emissionen ist

³¹ KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

³² Die Emissionen aus der Verbrennung von Abfall werden dem KSG-Sektor Abfallwirtschaft zugeordnet.

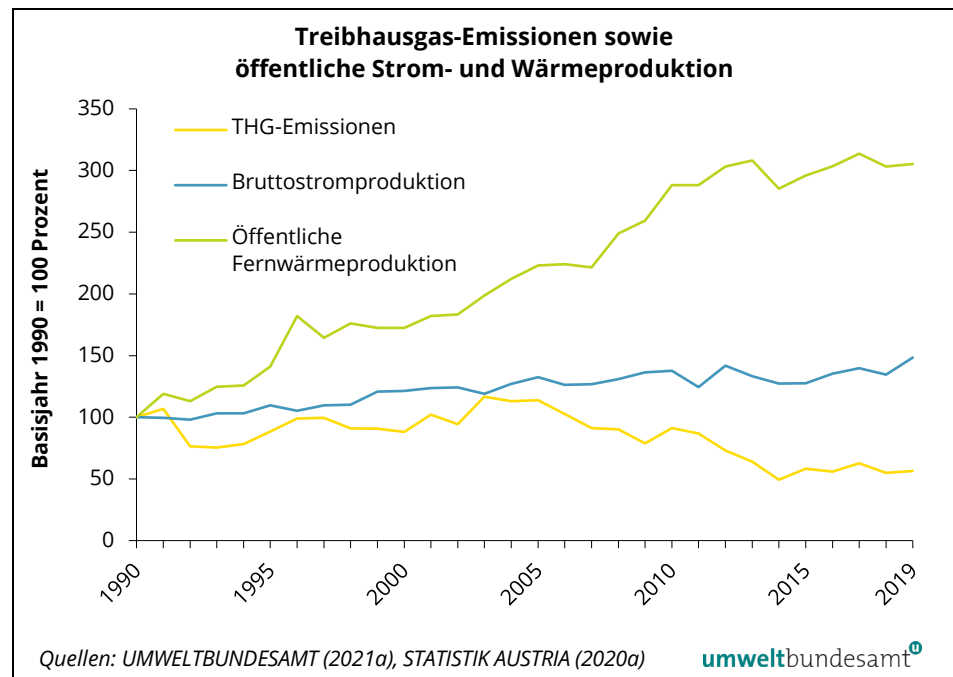
der Energiebedarf der Endverbraucher (energetischer Endverbrauch von elektrischer Energie und Fernwärme). Wesentliche Einflussfaktoren sind aber auch die alternative Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern, wie Wasser, Wind und Biomasse, die Energieeffizienz der Anlagen, die Brennstoffpreisentwicklung, die Erlöse aus dem Strom- und Wärme-Verkauf sowie die Import-Export-Bilanz.

Aus den Anlagen der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion wurden 2019 insgesamt rund 6,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert, was rund 17,5 % des Sektors Energie und Industrie bzw. 7,7 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen entspricht.

Entkoppelung der Treibhausgas-Emissionen von der Produktion

In der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung kam es im betrachteten Zeitraum 1990–2019 zu einer Entkoppelung der Treibhausgas-Emissionen (– 43 %) von der Stromproduktion (+ 48 %) und der Wärmeproduktion (+ 205 %). Die Stromproduktion aus fossilen Brennstoffen ist in diesem Zeitraum um 13 % zurückgegangen. Diese Entkoppelung ist auf einen gestiegenen Anteil der Produktion aus erneuerbaren Energieträgern, die Substitution von Kohle- und Öldurch effizientere und emissionsärmere Gaskraftwerke sowie gestiegene Stromimporte (Nettoimportanteil 2019: 4 %) zurückzuführen. Letztere verursachen hohe Treibhausgas-Emissionen im Ausland.

Abbildung 37: Treibhausgas-Emissionen sowie öffentliche Strom- und Fernwärmeproduktion, 1990–2019.



Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Emissionen waren mit Ausnahme des Jahres 2010 (Erholung von der Wirtschaftskrise) zwischen 2005 und 2014 kontinuierlich rückläufig. Von 2014 auf 2015 kam es zu einer deutlichen Zunahme der Emissionen aufgrund von vermehrtem Einsatz von Erdgas zur Stromproduktion. Seither sind die Emissionen in etwa auf ähnlichem Niveau. Im Jahr 2019 lag die Stromproduktion aus kalorischen Kraftwerken 11,2 % über der des Vorjahres und die Fernwärmeproduktion fiel um 5,7 % höher aus. Insgesamt haben die Emissionen des Sektors ge-

genüber dem Vorjahr um rund 3,2 % bzw. 0,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent zugenommen, was hauptsächlich auf die um 21 % höhere Stromerzeugung aus Gaskraftwerken zurückzuführen ist.

Der gegenüber 2005 stark rückläufige Trend beruht hauptsächlich auf der Schließung von Kohlekraftwerken. Obwohl die Stromerzeugung aus Windkraft, Photovoltaik und Biomasse stark zugelegt hat, musste der stetig ansteigende Inlandsverbrauch aber auch vermehrt durch Stromimporte abgedeckt werden.

3.1.1.1 Stromverbrauch

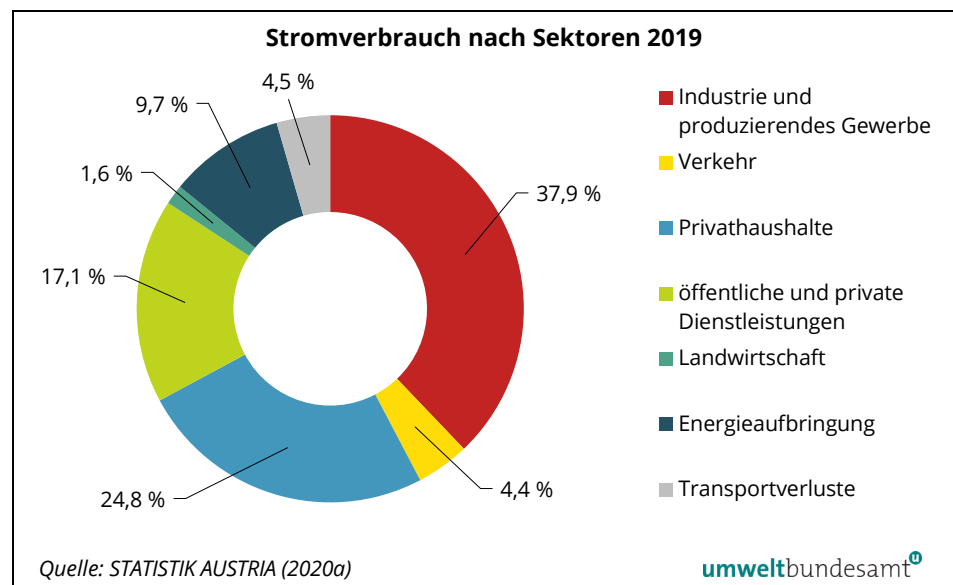
Anstieg des Stromverbrauchs

Der Stromverbrauch³³ Österreichs ist zwischen 1990 und 2019 von 48,8 TWh auf 74,0 TWh bzw. um 51,5 % angestiegen (STATISTIK AUSTRIA 2020a) und stellt damit eine wesentliche emissionserhöhende Größe für diesen Bereich dar. Der jährliche Inlandsstromverbrauch ist seit dem Jahr 1990 bis auf die Jahre starker wirtschaftlicher Einbrüche der produzierenden Industrie (1992 und 2009) sowie mit Ausnahme des sehr warmen Jahres 2014 kontinuierlich gestiegen. Im Jahr 2019 erhöhte sich der Stromverbrauch gegenüber dem Vorjahr zwar nicht, im Mittel der letzten acht Jahre stieg er aber um 0,6 % pro Jahr bzw. im Zeitraum 2012–2019 um insgesamt 3,4 % an. Nach den vorläufigen Zahlen der Energie-Regulierungsbehörde (E-CONTROL 2021) ging der Inlandsstromverbrauch 2020 gegenüber dem Jahr 2019 um 3,3 % zurück.

Hauptverbraucher

Der größte Teil des Stromverbrauchs entfiel im Jahr 2019 auf die produzierende Industrie und das produzierende Gewerbe. Privathaushalte verbrauchen rund ein Viertel des Stroms und der Dienstleistungsbereich rund ein Sechstel. Die Anteile der einzelnen Verbrauchergruppen sind seit vielen Jahren weitgehend unverändert (STATISTIK AUSTRIA 2020a).

Abbildung 38:
Anteil der Verbrauchergruppen am gesamten Stromverbrauch im Jahr 2019.



³³ Energetischer Endverbrauch zuzüglich Leitungsverluste und Eigenverbrauch des Energiesektors

3.1.1.2 Öffentliche Stromproduktion

Zunahme der Stromproduktion aus Erneuerbaren

In den Anlagen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung wurden im Jahr 2019 insgesamt rund 62,9 TWh Strom³⁴ und damit um 5,8 TWh mehr als im Vorjahr erzeugt (STATISTIK AUSTRIA 2020a). Der Inlandsstrombedarf wurde dabei zusätzlich noch durch industrielle Eigenstromproduktion (rund 8 TWh) und durch Stromimporte abgedeckt. Seit dem Jahr 2001 ist Österreich ein Netto-Importeur von Strom. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern fiel mit insgesamt 51,3 TWh um 4,4 TWh bzw. 9,4 % höher aus als im Vorjahr, was vor allem auf die höhere Stromerzeugung aus Wasserkraft (+ 2,8 TWh) und Windkraft (+ 1,4 TWh) zurückzuführen war.

Nettostromimporte

Da der Endverbrauch konstant blieb, die Stromerzeugung aus Wind-, Wasserkraftwerken und Photovoltaik um 4,4 TWh höher ausfiel und die thermischen Kraftwerke ebenfalls 1,4 TWh mehr erzeugten, mussten im Vergleich zum Vorjahr deutlich weniger (rund 3,1 TWh) zur Abdeckung des Endbedarfs importiert werden. Die Nettoimporte lagen damit 5,8 TWh unter dem Vorjahr und damit auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau und deckten rund 4 % des Strombedarfs ab.

Die bedeutendsten Herkunftsländer des Österreichischen Stromimports sind Deutschland und die Tschechische Republik, der Großteil der Stromexporte floss in die Schweiz, nach Slowenien und Ungarn sowie wiederum nach Deutschland zurück (E-CONTROL 2020a). Die Stromimporte wirken sich aufgrund der Berechnungsregeln der nationalen Treibhausgas-Bilanz nicht emissionserhöhend aus³⁵, führen aber bei Erzeugung aus Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen zu Emissionen im Ausland.

Wasserkraftwerke

Mit einem Beitrag von 63 % bzw. 39,9 TWh und einem Plus um 2,8 TWh gegenüber dem Vorjahr lieferten die Wasserkraftwerke im Jahr 2019 wiederum den größten Anteil an der öffentlichen Stromproduktion.

fossile Brennstoffe

Die Stromproduktion aus mit fossilen Brennstoffen befeuerten kalorischen Kraftwerken (inklusive Abfällen aus nicht erneuerbaren Energieträgern) ist im Jahr 2019 wieder deutlich gestiegen (um 14 % bzw. 1,4 TWh). Ihr Beitrag an der öffentlichen Stromproduktion lag mit 11,6 TWh bei 18,4 %. Die Erzeugung aus Erdgaskraftwerken ist gegenüber dem Vorjahr um rund 1,7 TWh (+ 21 %) auf

³⁴ Diese Angabe ist auf Anlagen von Unternehmen bezogen, deren Hauptzweck die öffentliche Strom- und/oder Wärmeversorgung ist, mit Ausnahme von aus gepumptem Zufluss erzeugtem Strom. Sie umfasst nicht alle Einspeisungen in das öffentliche Netz, da auch die Eigenstromerzeugung der Industrie zu einem geringen Teil in das öffentliche Netz eingespeist wird. Diese Einspeisung ist hier nicht berücksichtigt.

³⁵ Ab dem Jahr 2017 wurden von E-Control keine ENTSO-E Strom-Mix CO₂-Emissionsfaktoren mehr veröffentlicht. Stattdessen wurden Berechnungen vom Umweltbundesamt durchgeführt (324 g CO₂-Äquivalent/kWh importiertem Strom für 2019). Demnach führen Stromimporte zu ungefähr 1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, die im Ausland durch die Herstellung des importierten Stroms für 2019 angefallen sind.

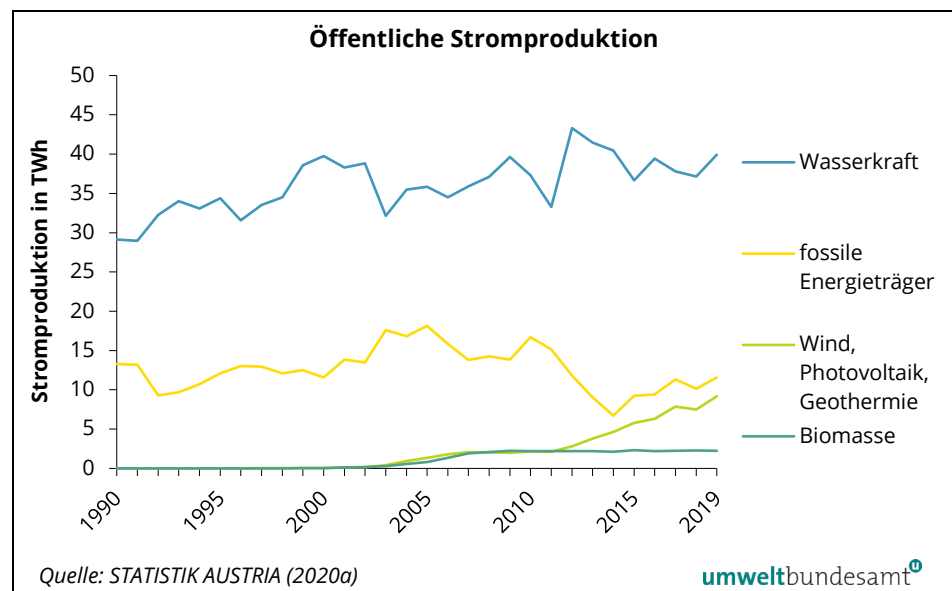
10 TWh angestiegen, während die Stromproduktion aus Kohle mit 1,3 TWh um 0,3 TWh zurückgegangen ist.

Biomasse Mit einer gegenüber dem Vorjahr um rund 2 % niedrigeren Produktion hat Biomasse (inklusive Abfällen aus Erneuerbaren)³⁶ 3,5 % (2,2 TWh) zur öffentlichen Stromproduktion des Jahres 2019 beigetragen.

Windkraft, Photovoltaik und Geothermie Die Stromerzeugung aus Windkraft, Photovoltaik und Geothermie hat im Jahr 2019 mit einem Zuwachs von 1,7 TWh bereits 14,6 % bzw. 9,2 TWh zur öffentlichen Stromproduktion beigetragen. Die Stromerzeugung aus Windkraft stieg 2019 um 1,4 TWh auf insgesamt 7,5 TWh, was einem Anstieg von 24 % gegenüber dem Vorjahr entspricht, in dem die Windkraft allerdings gegenüber 2017 um – 0,6 TWh rückläufig war. Der Anteil der Windkraftanlagen an der gesamten öffentlichen Stromproduktion lag im Jahr 2019 bei rund 12 %. Die Kapazität der Windkraftanlagen wurde gegenüber dem Vorjahr um lediglich 3 % ausgebaut. Die installierte Windkraftanlagen-Kapazität hat sich seit dem Jahr 2010 mehr als verdreifacht (E-CONTROL 2020b).

Die Stromproduktion aus Photovoltaik spielte auch im Jahr 2019 noch eine untergeordnete Rolle. Photovoltaikanlagen erzeugten 1,7 TWh Strom und damit um 17 % mehr als im Vorjahr. Mit einem Beitrag von 2,7 % hat sich die Photovoltaik gegenüber 2010 mehr als verzehnfacht, wobei seit dem Jahr 2016 eine jährliche Steigerungsrate von durchschnittlich 16 % erreicht wurde. Der Zuwachs ist hauptsächlich auf das Ökostromgesetz 2012 sowie dessen Novelle 2017, die Förderung von Kleinanlagen durch den Klima- und Energiefonds und diverse Förderungen der Bundesländer zurückzuführen.

Abbildung 39:
Öffentliche Stromproduktion in fossilen kalorischen Kraftwerken, Wasserkraft-, Windkraft-, Photovoltaik- und Geothermieanlagen sowie aus Biomasse, 1990–2019.



³⁶ Erneuerbarer Anteil (z. B. Biomasse im Hausmüll) der brennbaren Abfälle laut Definition der Energiebilanz (STATISTIK AUSTRIA 2020a). Der nicht erneuerbare Anteil (z. B. Kunststoffabfälle im Hausmüll oder Altöl) wird bei den fossilen Energieträgern berücksichtigt.

Trend der Stromproduktion

Nach den vorläufigen Zahlen (E-CONTROL 2021) von 2020 lag die Stromerzeugung im öffentlichen Netz um 2,2 % (- 1,6 TWh) niedriger als im Vorjahr, was hauptsächlich auf die deutlich niedrigere Produktion aus Wärmekraftwerken (- 2,3 TWh, davon - 1,4 TWh aus Erdgas und - 0,9 TWh aus Steinkohle) zurückzuführen ist. Zuwächse waren hingegen bei Wasserkraft (+ 0,8 TWh) zu verzeichnen, wohingegen die Stromerzeugung aus Windkraft zurückgegangen ist (- 0,6 TWh). Da der Endverbrauch mit - 2,3 % (- 2,2 TWh) stärker als die Inlandsstromproduktion zurückgegangen ist, sind die Nettoimporte ebenfalls leicht (- 0,9 TWh) zurückgegangen.

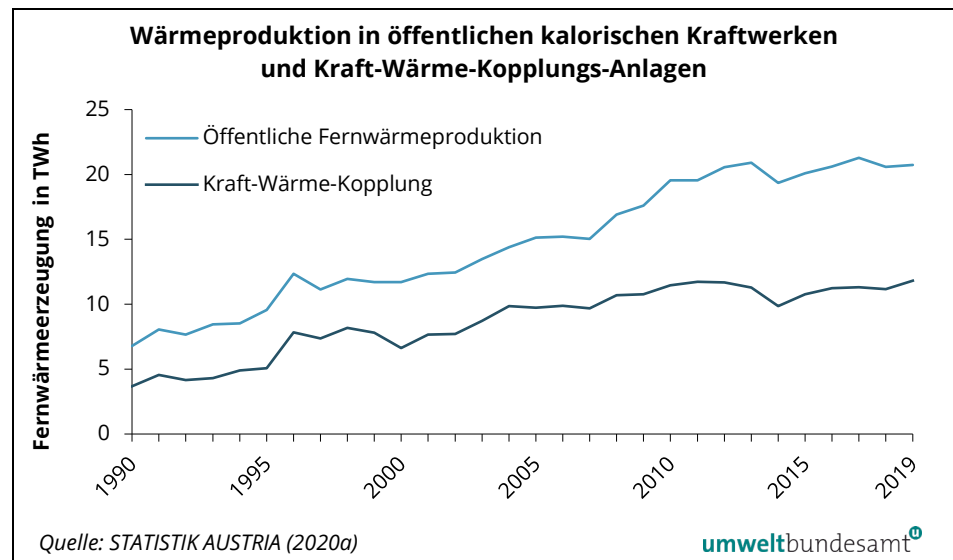
3.1.1.3 Öffentliche Fernwärmeproduktion

Anstieg der Fernwärmeproduktion

Die Fernwärmeproduktion in öffentlichen KWK-Anlagen und Heizwerken hat sich seit 1990 ungefähr verdreifacht (+ 205 %). Während 1990 noch rund 6,8 TWh Fernwärme erzeugt wurden, waren es im Jahr 2019 bereits 20,7 TWh. Von 2018 auf 2019 hat die Fernwärmeproduktion um 0,7 % zugenommen. Unter Berücksichtigung der Heizgradtagentwicklung hat das Wachstum des Fernwärmeausbaus in den letzten Jahren abgenommen.

Die Wärmeproduktion aus Kraft-Wärme-Kopplung nahm 2019 fast unverändert gegenüber dem Jahr 1990 einen Anteil von ca. 57 % (11,8 TWh) an der öffentlichen Fernwärmeerzeugung ein (STATISTIK AUSTRIA 2020a). Seit dem Höchststand 2004 von 68,5 % ist der KWK-Anteil rückläufig und sank seit dem Jahr 2011 um ca. 5 Prozentpunkte, da gegenüber 2004 die Erzeugung aus Biomasse – mit einem relativ geringen Anteil an KWK-Anlagen – an Bedeutung gewonnen hat. Der Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen weist für 2019 allerdings einen KWK-Anteil von 61 % aus (FGW 2020).³⁷

Abbildung 40: Wärmeproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung in öffentlichen Kraftwerken, 1990–2019.



³⁷ Die Zahl des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen beruht auf Umfragen und bezieht auch industrielle Anbieter ein, die in das öffentliche Netz einspeisen. Die Berechnung des KWK-Anteils erfolgt bei der Energiebilanz auf Basis eines 75 %-Wirkungsgrad-Kriteriums.

**eingesetzte
Energieträger**

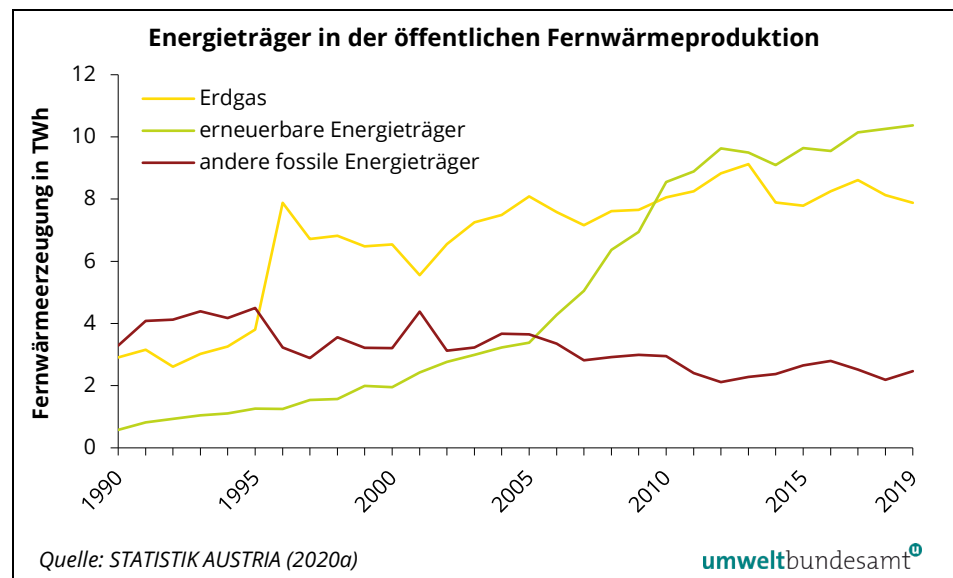
Während 1990 noch 91 % der Fernwärme aus **fossilen Energieträgern** erzeugt wurden, lag der Anteil im Jahr 2019 nur noch bei 50 %. Der seit 1990 zunehmende Bedarf wurde v. a. in den letzten 15 Jahren zu einem großen Teil durch zusätzliche Biomasse-(Nahwärme-)Anlagen abgedeckt. Seit Mitte der 1990er-Jahre ist die durch fossile Energieträger erzeugte Fernwärmemenge relativ konstant und betrug im Jahr 2019 rund 10,4 TWh.

Nach Biomasse ist **Erdgas** weiterhin ein wichtiger Energieträger für die Fernwärmeversorgung, sein Anteil an der Gesamterzeugung aus öffentlichen Anlagen hat sich ab 2010 auf ca. 40 % (2019: 38 %) stabilisiert.

Kohle hat insgesamt an Bedeutung verloren, ihr Anteil im Jahr 2019 lag bei 6 %. Rund 10 % der Fernwärme wurden auf Basis nicht erneuerbarer Abfälle (Hausmüll und industrielle Abfälle) erzeugt.

Der Anteil **der erneuerbaren Energieträger** (vor allem feste Biomasse, zu geringeren Anteilen auch biogene Abfälle, Biogas, flüssige Biobrennstoffe, Geothermie sowie Solarthermie) an der Fernwärmeerzeugung hat sich über den gesamten Zeitraum stark erhöht und lag im Jahr 2019 bei einem Höchststand von 50 %.

Abbildung 41:
Energieträger in der
öffentlichen
Fernwärmeproduktion,
1990–2019.



3.1.1.4 Öffentliche kalorische Kraft- und Heizwerke

Brennstoffeinsatz

Der Brennstoff- und Abfalleinsatz in den öffentlichen, fossil befeuerten kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und Abfallverbrennungsanlagen hat seit 1990 insgesamt um 20 % zugenommen. Mit 169,4 PJ im Jahr 2019 war der Brennstoffeinsatz rund 1 % höher als im Vorjahr. Er ist stark abhängig von der Stromerzeugung aus Wasserkraft, vom Endverbrauch an Strom und Fernwärme sowie von den ökonomischen Rahmenbedingungen, wie Energieträgerpreisen, welche die Import-Export-Bilanz von Strom beeinflussen.

Trend der eingesetzten Brennstoffe

Der Brennstoffmix hat sich über die gesamte Zeitreihe, vor allem aufgrund des zunehmenden Einsatzes von Biomasse und Abfällen sowie des rückläufigen Einsatzes von Kohle und Heizöl, sehr stark verändert. Im Jahr 1990 waren Kohle (44 %) und Erdgas (42 %) die dominierenden Brennstoffe, während Öl (11 %), Biomasse (2 %) und Abfälle (1 %) nur zu einem geringen Anteil eingesetzt wurden (STATISTIK AUSTRIA 2020a; siehe Abbildung 42).

Der **Kohleeinsatz** erreichte das Maximum im Jahr 2003 und ist seither stark rückläufig. Er ist im Jahr 2019 gegenüber 2018 um 11 % gesunken und hatte einen Anteil von 8 % am Gesamtbrennstoffeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken.

Mit Ausnahme der Jahre 2013–2015 hatte **Erdgas** seit dem Jahr 1992 den größten Anteil am gesamten Brennstoffeinsatz der kalorischen Kraft- und Heizwerke. Im Jahr 2019 betrug der Anteil 51,1 % bzw. 87 PJ und lag damit um vier Prozentpunkte über dem Wert von 2018.

Der Einsatz von **Heizöl** ist im Jahr 2019 um 53 % gesunken und trägt nur noch 0,3 % zum Gesamteinsatz bei. Das ist der niedrigste Wert im Betrachtungszeitraum. Heizöl wird nur noch zur Erzeugung von Fernwärme eingesetzt.

Die Nutzung von **Biomasse** (inklusive Abfällen aus Erneuerbaren) in öffentlichen kalorischen Kraft- und Heizwerken ist im Zeitraum 1990–2010 kontinuierlich gestiegen und liegt seitdem auf ähnlichem Niveau. Im Jahr 2019 kam es gegenüber dem Vorjahr zu einem Rückgang um 4,5 % auf 59,8 PJ, womit der Anteil von Biomasse am Gesamteinsatz bei 35 % lag.

Der Einsatz der brennbaren **Abfälle** (aus nicht erneuerbaren Energieträgern) ist seit 1990 ebenfalls kontinuierlich gestiegen, hatte im Jahr 2016 einen Höchststand von 10,1 PJ und lag im Jahr 2019 mit rund 8,7 PJ rund 5 % unter dem Vorjahreswert. Der Abfalleinsatz hatte im Jahr 2019 einen Anteil von 5,1 % am Gesamteinsatz.

Abbildung 42: Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und in der Abfallverbrennung nach Energieträgern, 1990–2019.

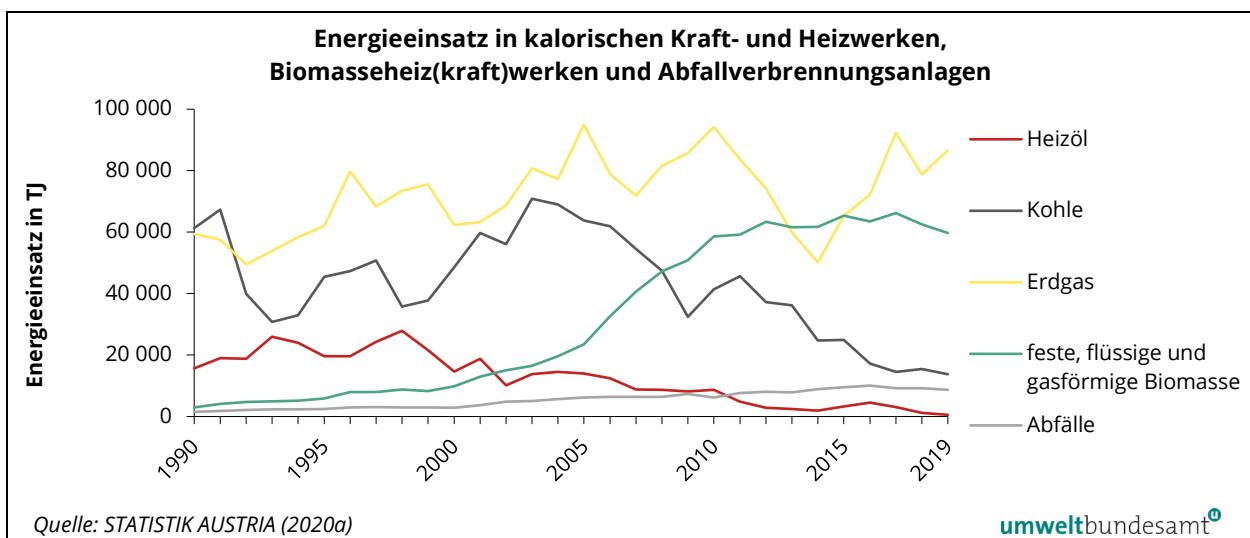


Tabelle 10: Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und in der Abfallverbrennung nach Energieträgern, 1990, 2005, 2018 und 2019 (in Tj) (Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2020a).

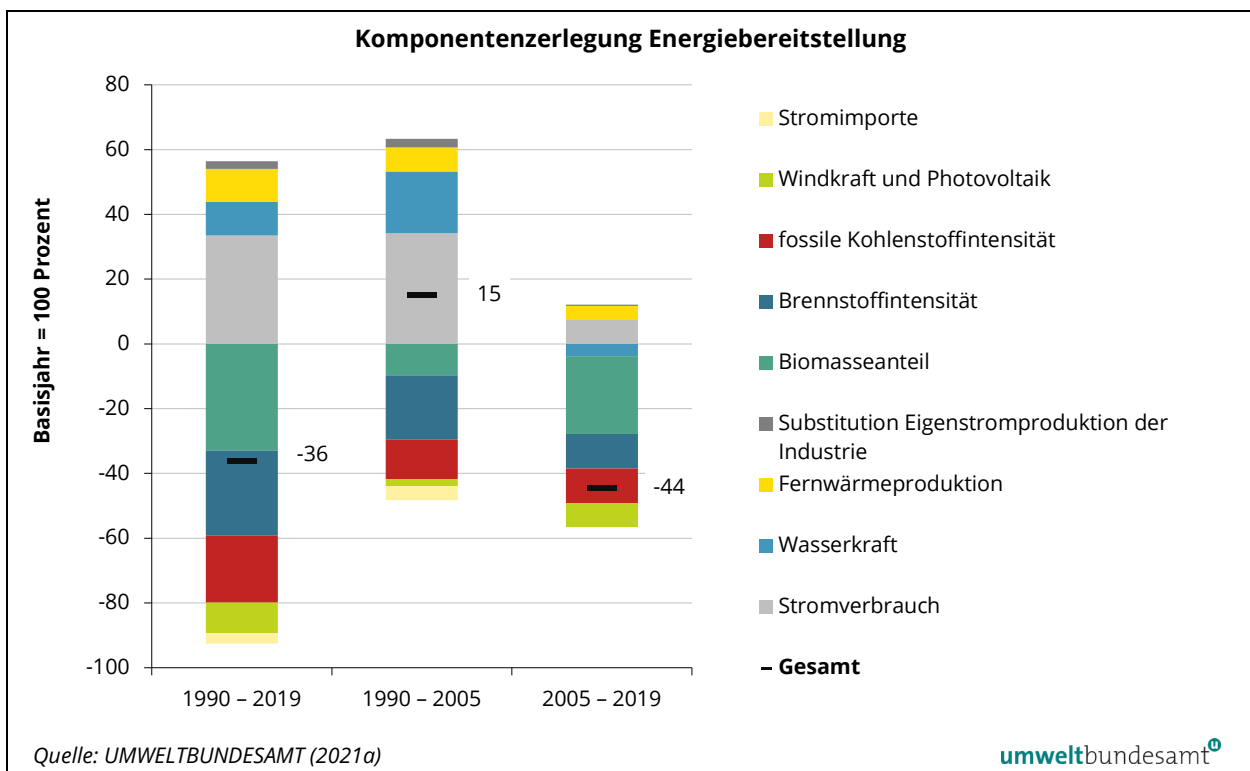
Jahr	Heizöl	Kohle	Erdgas	feste, flüssige, gasförmige Biomasse	Abfälle
1990	15.635	61.330	59.463	2.962	1.497
2005	14.007	63.737	94.960	23.526	6.203
2018	1.158	15.455	78.815	62.562	9.214
2019	549	13.756	86.582	59.758	8.719
1990-2019	- 96 %	- 78 %	+ 46 %	+ 1.917 %	+ 483 %

3.1.1.5 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen in der Energieaufbringung wird nachgehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen der Jahre 1990, 2005 und 2019 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 43: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion.



Einflussfaktoren	Definitionen
Stromverbrauch	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des steigenden Stromverbrauchs in Österreich von 176 PJ (1990) auf 242 PJ (2005) und 266 PJ (2019) ergibt. ³⁸
Fernwärmeproduktion	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden Fernwärmeproduktion in öffentlichen Kraftwerken in Österreich von 28 PJ (1990) auf 59 PJ (2005) und 85 PJ (2019) ergibt.
Substitution Eigenstromproduktion der Industrie	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des leicht steigenden Anteils der Stromproduktion in öffentlichen Kraftwerken an der gesamten inländischen Stromproduktion (in öffentlichen Kraftwerken sowie Eigenstromproduktion der Industrie) von 86 % (1990) auf 88 % (2005) und 89% (2019) ergibt. Hier zeigt sich, dass die Stromproduktion der Industrie (trotz wachsendem Stromkonsum) nicht im selben Ausmaß angestiegen ist wie die der öffentlichen Kraftwerke.
Wasserkraft	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des fallenden Anteils der Stromproduktion aus Wasserkraft an der gesamten Strom- und Wärmeproduktion ohne Windkraft und Photovoltaik von 59 % (1990) auf 54 % (2019) ergibt. Hier ist zu beachten, dass die Wasserkraft jährlichen Schwankungen unterliegt, in Abhängigkeit von der Wasserführung der Flüsse. Sinkende Wasserkraftproduktion muss durch andere Stromproduktion kompensiert werden. Im Jahr 2005 lag der Anteil der Wasserkraft an der gesamten Strom- und Wärmeproduktion ohne Windkraft und Photovoltaik bei 51 %. Deshalb hatte die Wasserkraft zwischen 1990 und 2005 einen emissionserhöhenden Effekt, während in der Periode 2005–2019 der steigende Anteil der Wasserkraft emissionsmindernde Wirkung hatte.
Windkraft und Photovoltaik	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils der Stromproduktion aus Windkraft und Photovoltaik an der gesamten Strom- und Wärmeproduktion in öffentlichen Kraftwerken von 0 % (1990) auf 2 % (2005) und 11 % (2019) ergibt.
Brennstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Wirkungsgrades in öffentlichen kalorischen Strom- und Wärmekraftwerken (= steigende produzierte Strom- und Wärmemenge pro eingesetzter Brennstoffmenge) von 51 % (1990) auf 61 % (2005) und 70 % (2019) ergibt. Diese Entwicklung ist v. a. auf effizientere Kraftwerke und die Kraft-Wärme-Kopplung zurückzuführen.
Biomasseanteil	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils der Biomasse (inklusive biogener Anteil im Abfall) am gesamten Brennstoffeinsatz in öffentlichen kalorischen Strom- und Wärmekraftwerken von 3 % (1990) auf 12 % (2005) und 36 % (2019) ergibt.
fossile Kohlenstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der sinkenden CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit (inklusive nicht-biogener Anteil im Abfall) in öffentlichen kalorischen Strom- und Wärmekraftwerken von 80 Tonnen/TJ (1990) auf 71 Tonnen/TJ (2005) und 62 Tonnen (2019) ergibt. Hier machen sich v. a. der sinkende Anteil von Braunkohle und der Brennstoffwechsel von Kohle zu Erdgas bemerkbar.
Stromimporte	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des Anstiegs des Nettostromimports ergibt. 1990 wurden 1,7 PJ Strom netto exportiert, 2005 9 PJ und 2019 11 PJ netto importiert.

3.1.2 Raffinerie

Unter dem Begriff Raffinerie werden die Anlagen zur Verarbeitung von Rohöl (inklusive Dampfspaltung bzw. „Steam cracking“) zusammengefasst. Emissionsbestimmende Faktoren sind neben der verarbeiteten Erdölmenge und -qualität

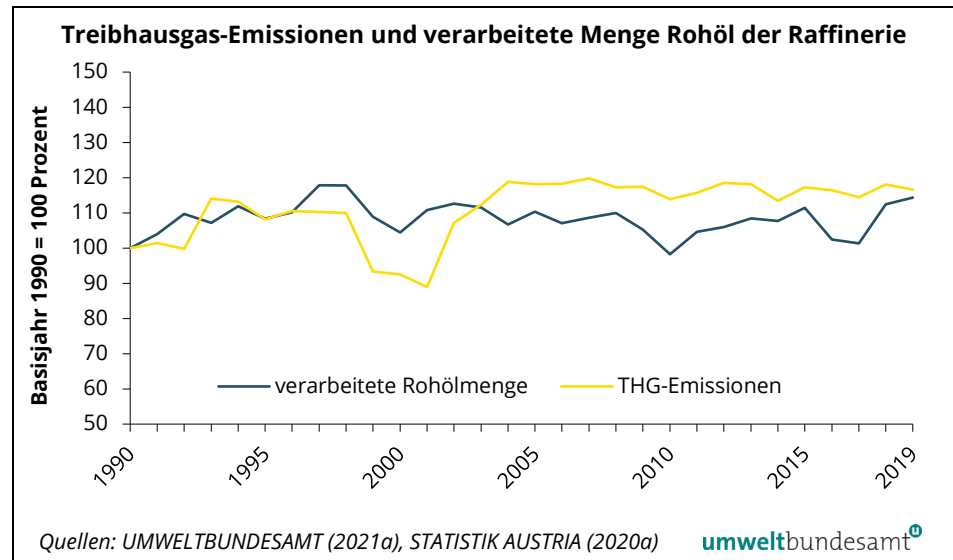
³⁸ Inklusive Pumpstrom, Eigenverbrauch der Energiewirtschaft und Leitungsverluste.

vor allem der Verarbeitungsgrad und die Qualitätsanforderungen an die Produkte, aber auch die Energieeffizienz und Wärmeintegration der Prozessanlagen.

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen aus der Raffinerie sind zwischen 1990 und 2019 um 16,6 % angestiegen. Der Rückgang der Emissionen von 1998 auf 1999 ist auf Anlagenstillstände und eine damit verbundene geringere Produktion aufgrund eines Strukturanpassungsprogramms zurückzuführen. Bis zum Jahr 2004 stiegen die Emissionen wieder an und blieben seitdem nahezu unverändert. Der Anstieg ist v. a. auf den energetischen Mehraufwand bei der Erzeugung (z. B. erhöhter Hydrieraufwand für die Produktion schwefelfreier Treibstoffe und Produktverschiebung von schweren zu leichteren Fraktionen) zurückzuführen. Im Jahr 2019 sind die Emissionen gegenüber dem Vorjahr um 1,2 % gesunken (siehe Abbildung 44).

Abbildung 44:
Treibhausgas-Emissionen und verarbeitete Menge Rohöl der Raffinerie, 1990–2019.



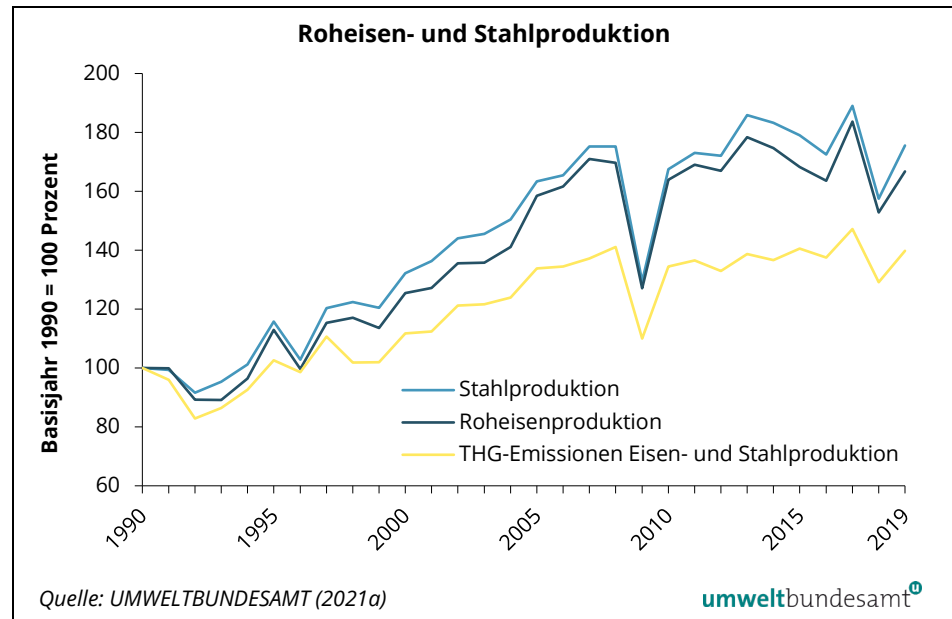
3.1.3 Eisen- und Stahlproduktion

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die energie- und prozessbedingten Treibhausgas-Emissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung sind zwischen 1990 und 2017 um 47 % auf 12,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent gestiegen, gingen im Jahr 2018 um 12 % bzw. 1,6 Mio. Tonnen zurück und lagen im Jahr 2019 bei 12,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Ausschlaggebend für die Emissionsentwicklung 1990–2017 war vor allem die Menge des produzierten Rohstahls (inklusive Elektrostahl), die sich von 1990 bis 2017 um 89 % erhöht hat und 2018 um 15,4 % gegenüber 2017 zurückgegangen ist. Der Grund für den Rückgang 2018 war die wartungsbedingte Erneuerung eines Hochofens. Im Jahr 2019 sind die Treibhausgas-Emissionen der Eisen- und Stahlproduktion um 8,3 % gestiegen.

Abbildung 45:
Trend der Roheisen- und
Stahlproduktion sowie
damit verbundene Treib-
hausgas-Emissionen,
1990–2019.



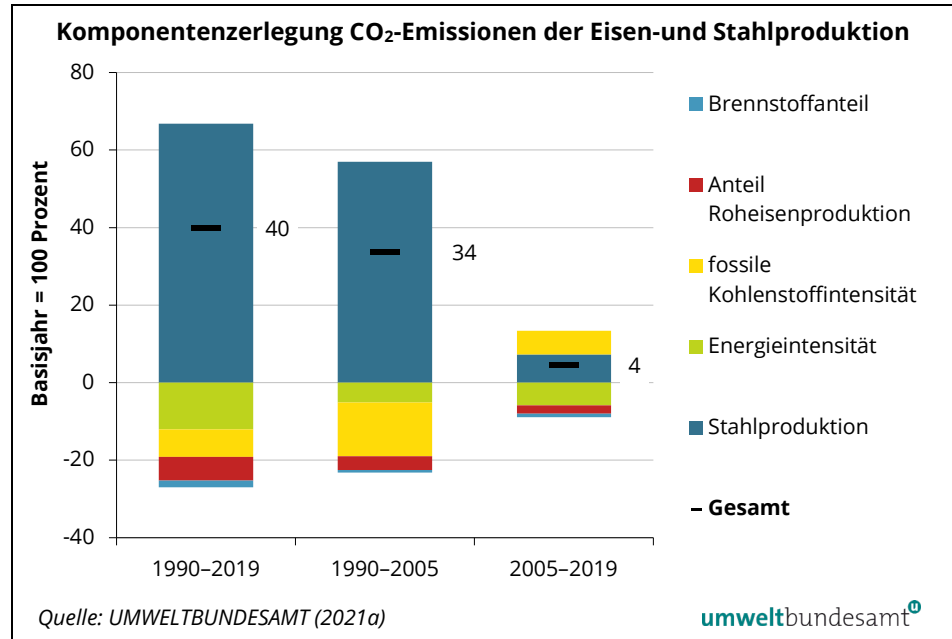
Nach einem krisenbedingten Einbruch der Produktion im Jahr 2009 stieg die Stahlproduktion bis zum Jahr 2013 mit rund 7,9 Mio. Tonnen deutlich an und erreichte nach einem leichten Rückgang in den Jahren 2014–2016 im Jahr 2017 mit einer Produktion von 8,1 Mio. Tonnen ein Allzeithoch. Die CO₂-Emissionen sind seit 1997 nicht so stark gestiegen wie die Stahlproduktion (siehe Abbildung 45), was auf Anlagenoptimierungen und den vermehrten Einsatz von Schrott zur Stahlproduktion – und somit auf die höhere Energieeffizienz in der Produktion – zurückzuführen ist. Dieser Trend hat sich bis 2014 fortgesetzt. Im Jahr 2019 nahm die Rohstahlproduktion um 7,8 % zu. Im Jahr 2009 war aufgrund der geringen Auslastung ein Rückgang der Effizienz zu bemerken. Weitere Einflussfaktoren werden im Rahmen der nachfolgenden Komponentenerlegung beschrieben.

3.1.3.1 Komponentenerlegung

In der folgenden Komponentenerlegung werden die CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion der Jahre 1990, 2005 und 2019 verglichen. Der Schwerpunkt der Analyse liegt auf der Bewertung der anteiligen Wirkung relevanter Einflussfaktoren auf die Emissionsentwicklung.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 46:
Komponentenzerlegung
der CO₂-Emissionen aus
der Eisen- und Stahlpro-
duktion.



Einflussfaktoren	Definitionen
Stahlproduktion	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden gesamten Stahlproduktion in Österreich von 3.921 Kilotonnen (1990) auf 6.408 Kilotonnen (2005) und 6.882 Kilotonnen (2019) ergibt.
Anteil Roheisenproduktion	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils der Roheisenproduktion an der Stahlproduktion von 87,8 % (1990) auf 85,2 % (2005) und 83,4 % (2019) ergibt. Hier macht sich v. a. der vermehrte Schrotteinsatz bemerkbar.
Energieintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Energie- bzw. Reduktionsmittelverbrauchs pro Produktionseinheit Stahl von 23,1 TJ/kt (1990) auf 22,1 TJ/kt (2005) und 20,8 TJ/kt (2019) ergibt. Dies ist v. a. auf die Anlagenoptimierung in der Roheisenproduktion zurückzuführen.
Brennstoffanteil	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils des Brennstoffverbrauchs am gesamten Energieverbrauch von 99,4 % (1990) auf 98,8 % (2005) und 97,9 % (2019) ergibt. Hier zeigt sich, dass vermehrt Strom aus dem öffentlichen Netz zugekauft wird.
fossile Kohlenstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der Reduktion der CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 110 Tonnen/TJ (1990) auf 104 Tonnen/TJ (2019) ergibt, wobei seit 2005 (mit 98 Tonnen/TJ) wieder ein Anstieg bemerkbar ist. Dies ist u. a. auf den anteilmäßigen Rückgang beim Einsatz von Erdgas (Verbrauch Sektor Energie) zurückzuführen.

3.1.4 Sonstige Industrie ohne Eisen- und Stahlproduktion

Hauptemittenten

In diesem Abschnitt werden die **energiebedingten** Treibhausgas-Emissionen insbesondere aus der Papier- und Zellstoffindustrie, der Chemischen Industrie, der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, der Mineralverarbeitenden Industrie sowie der Bauindustrie und deren Baumaschinen zusammengefasst.

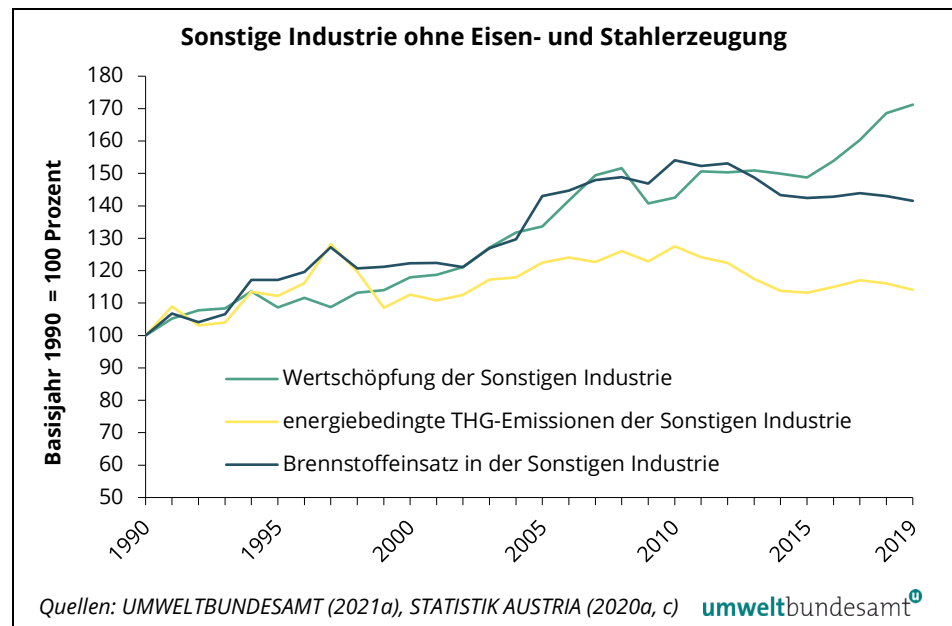
Bezogen auf das Jahr 1990 sind die Treibhausgas-Emissionen dieses Subsektors bis zum Jahr 2019 um 14 % gestiegen und liegen 1,7 % unter den Emissionen

des Vorjahres. Maßgeblich bestimmend für die Höhe der Treibhausgas-Emissionen dieses Sektors sind die Industrieproduktion sowie die Kohlenstoffintensität der eingesetzten fossilen Brennstoffe.

Wertschöpfung der Sonstigen Industrie

Die Bruttowertschöpfung dieser Verursachergruppe ist seit 1990 um 71 % auf 51,7 Mrd. € gestiegen (STATISTIK AUSTRIA 2020c). Durch Effizienzsteigerungen beim Energieeinsatz und den Brennstoffwechsel von Öl auf Gas bzw. Biomasse haben sich im Vergleich dazu die energiebedingten Treibhausgas-Emissionen in einem geringeren Ausmaß (+ 14 %) erhöht (siehe Abbildung 47).

Abbildung 47:
Energiebedingte Treibhausgas-Emissionen, Wertschöpfung und Brennstoffeinsatz der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion), 1990–2019.

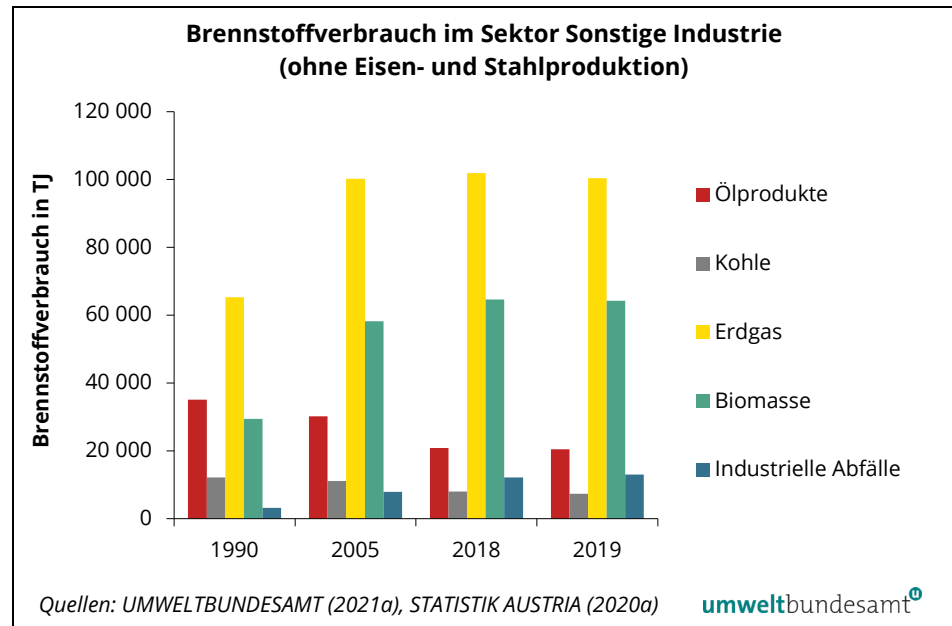


Brennstoffeinsatz und fossile Kohlenstoffintensität

Erdgas ist der wichtigste Brennstoff und für mehr als die Hälfte der CO₂-Emissionen dieser Verursachergruppe verantwortlich. Seit 1990 ist dessen Einsatz um 53,9 % gestiegen (siehe Abbildung 48). Erdgas hatte im Jahr 2019 einen Gesamtanteil am Brennstoffeinsatz von 48,9 %; dieser hat sich seit dem Jahr 2005 nicht wesentlich verändert.

Der **Biomasse**einsatz hat im Zeitraum 1990–2019 um 118,1 % zugenommen, hatte im Jahr 2019 einen Gesamtanteil von 31,3 % und war in den letzten Jahren wieder leicht rückläufig. Der Einsatz von Biomasse trägt nicht zu den energiebedingten CO₂-Emissionen bei.

Abbildung 48:
Verbrauch von Brennstoffen in der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion) in den Jahren 1990, 2005, 2018 und 2019.



Kohle wird zwar nur noch zu einem geringen Anteil eingesetzt (3,6 % des gesamten Brennstoffeinsatzes), verursacht aufgrund der hohen Kohlenstoffintensität jedoch 7,8 % der energiebedingten CO₂-Emissionen dieses Subsektors. Der Rückgang des Kohleinsatzes seit 1990 beträgt 40 % und ist seit dem Jahr 2010 relativ konstant. Kohle wird hauptsächlich in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie in Zementwerken eingesetzt.

Deutlich mehr als 1990 wurden im Jahr 2019 sonstige Brennstoffe (vorwiegend industrielle **Abfälle**) eingesetzt. Sie verzeichnen einen Anstieg von 304 % und hatten im Jahr 2019 einen Anteil von 6,3 % am Gesamteinsatz dieses Subsektors.

Ölprodukte hatten im Jahr 2019 einen Anteil von 10 % am Gesamtenergieverbrauch. Seit dem Jahr 1990 kam es zu einem Rückgang um 42 %, wobei die Einsatzmengen seit dem Jahr 2014 relativ konstant geblieben sind. Dieselkraftstoff für Baumaschinen hatte im Jahr 2019 einen Anteil von 84,4 % am Gesamtöleinsatz. Weitere eingesetzte Brennstoffe sind Heizöl, Petrolkoks und Flüssiggas.

Zusätzlich zu den CO₂-Emissionen verursachten die Verbrennungsanlagen dieses Sektors auch N₂O- und CH₄-Emissionen im Ausmaß von insgesamt 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2019.

Tabelle 11: Verbrauch von Brennstoffen der Verursachergruppe Sonstige Industrie (ohne Eisen- und Stahlerzeugung) in den Jahren 1990, 2005, 2018 und 2019 (in Tj) (Quellen: UMWELTBUNDESAMT 2021a, STATISTIK AUSTRIA 2020a).

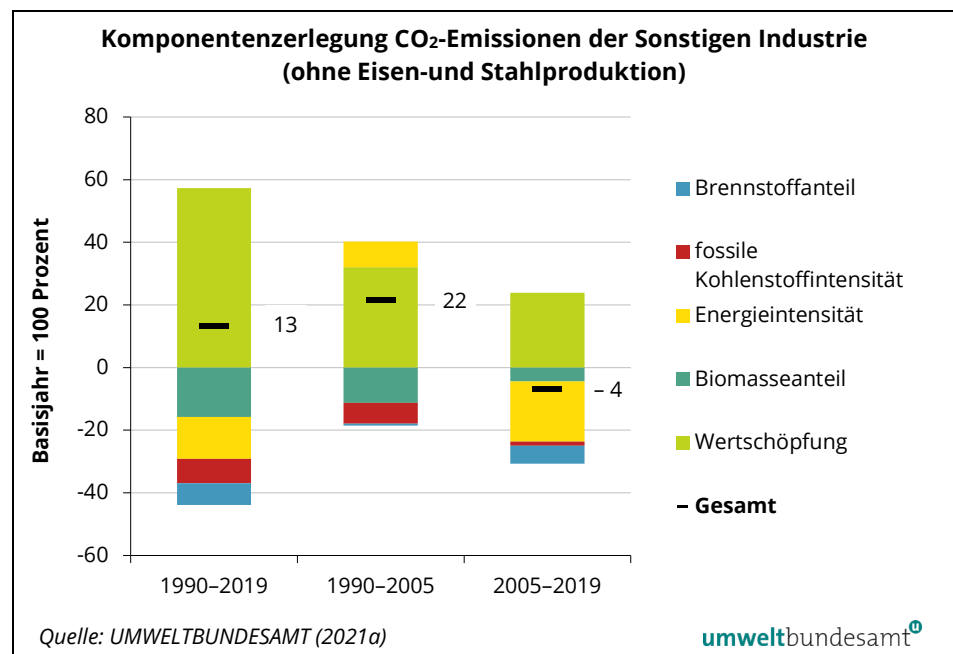
Jahr	Ölprodukte	Kohle	Erdgas	Biomasse	Industrielle Abfälle	Summe
1990	35.086	12.174	65.263	29.449	3.220	145.192
2005	30.174	11.102	100.244	58.238	7.892	207.649
2018	20.856	8.038	101.937	64.620	12.148	207.599
2019	20.439	7.342	100.424	64.230	13.025	205.460
1990-2019	- 42 %	- 40 %	+ 53,9 %	+ 118 %	+ 304 %	+ 42 %

3.1.4.1 Komponentenerlegung

Nachfolgend werden die energiebedingten CO₂-Emissionen des Subsektors Sonstige Industrie (ohne Eisen und Stahlproduktion) der Jahre 1990, 2005 und 2019 gegenübergestellt. Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen wird mit Hilfe der Methode der Komponentenerlegung dargestellt. Auf diese Weise kann gezeigt werden, welche der Einflussfaktoren tendenziell den größten Einfluss auf den Emissionstrend ausüben.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 49: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion).



Einflussfaktoren	Definition
Wertschöpfung	<p>Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden realen Wertschöpfung der Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion) von ca. 30 Mrd. € (1990) auf rund 40 Mrd. € (2005) und rund 52 Mrd. € (2019) ergibt.</p> <p>Die steigende Wertschöpfung (konstante Preise 2010) kann im Sektor Industrie und produzierendes Gewerbe als Maß für die Industrieproduktion der unterschiedlichen Einzelbranchen (u. a. Papier- und Zellstoffindustrie, Chemische Industrie, Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Mineralverarbeitende Industrie, Baustoffindustrie) herangezogen werden. Sie macht den Anteil am Emissionszuwachs deutlich, der durch die gesteigerte Wirtschaftsleistung und den damit steigenden Energieverbrauch verursacht wird.</p>
Brennstoffanteil	<p>Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils des Brennstoffverbrauchs am gesamten Energieverbrauch von 79 % (1990) auf 78 % (2005) und 74 % (2019) ergibt.</p>
fossile Kohlenstoffintensität	<p>Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der Verringerung der CO₂-Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 67 Tonnen/TJ (1990) auf 63 Tonnen/TJ (2005) und 62 Tonnen/TJ (2019) ergibt. Der Grund für diese Entwicklung liegt im zunehmenden Einsatz von kohlenstoffärmeren fossilen Brennstoffen (Gas) zur Energieerzeugung. Der Effekt des steigenden Biomasseeinsatzes findet an dieser Stelle keine Berücksichtigung, sondern wird als eigener Effekt (Biomasseanteil) behandelt.</p>
Energieintensität	<p>Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Energieverbrauchs (gesamt, inklusive Strom, Wärme, Treibstoffe) pro Wertschöpfungseinheit von 6.122 TJ/Mrd. € (1990) auf 5.401 TJ/Mrd. € (2019) ergibt, wobei zwischen 1990 und 2005 (mit 6.591 TJ/Mrd. €) ein deutlicher Anstieg beobachtbar war.</p>

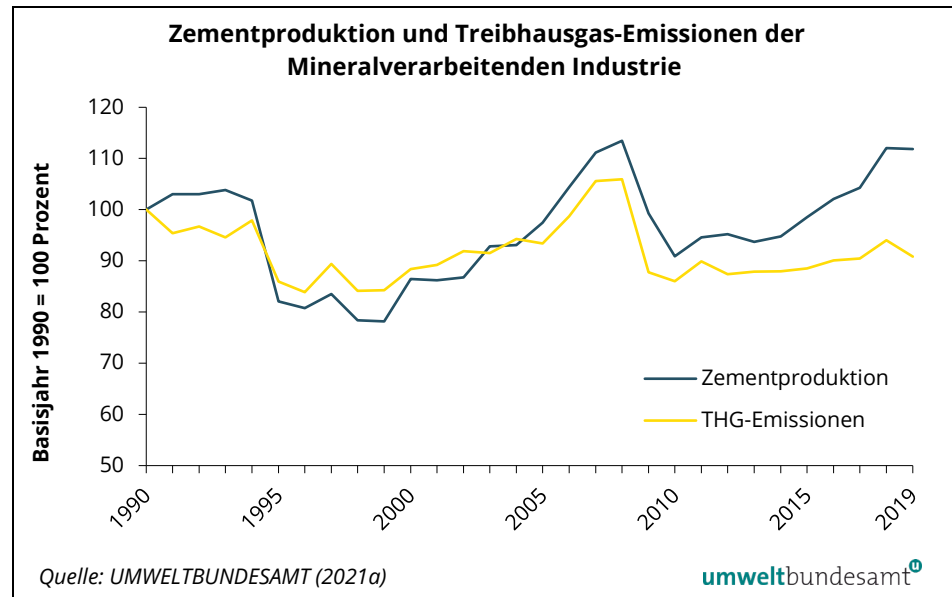
3.1.5 Mineralverarbeitende Industrie

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Mineralverarbeitenden Industrie sind im Zeitraum 1990–2019 um 9 % gesunken und waren im Jahr 2019 mit insgesamt 2,8 Mio. Tonnen um 3,4 % niedriger als im Vorjahr.

Hauptemittenten Rund 63 % der CO₂-Emissionen wurden im Jahr 2019 aus den Zementwerken emittiert, die restlichen CO₂-Emissionen entstanden in Öfen zur Herstellung von Kalk, Feuerfestprodukten, in der Glasproduktion, in Ziegeleien sowie aus der Kalksteinverwendung für Rauchgas-Entschwefelungsanlagen.

Trend der Treibhausgas-Emissionen Der mit der Schließung von Werken einhergehende Rückgang der Zementproduktion bewirkte den starken Abfall der Emissionen im Jahr 1995 (siehe Abbildung 50). Zwischen 1999 und 2008 zeigen die Emissionen der Zementproduktion einen steigenden Trend. Im Jahr 2009 sind die Emissionen aufgrund der Wirtschaftskrise stark gesunken und erreichten im Jahr 2010 das Niveau von 1995. Seitdem sind die Emissionen wieder angestiegen.

Abbildung 50:
Zementproduktion
(Produktionsmenge)
und Treibhausgas-Emissionen aus der Mineral-
verarbeitenden Industrie
(nur prozessbedingte
Emissionen),
1990–2019.



3.1.6 Chemische Industrie

Die prozessbedingten Treibhausgas-Emissionen der Chemischen Industrie sind im Zeitraum 1990–2019 um 45 % (0,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gesunken und sind 2019 gegenüber dem Vorjahr um 32 % (+ 0,2 Mio. Tonnen) gestiegen.

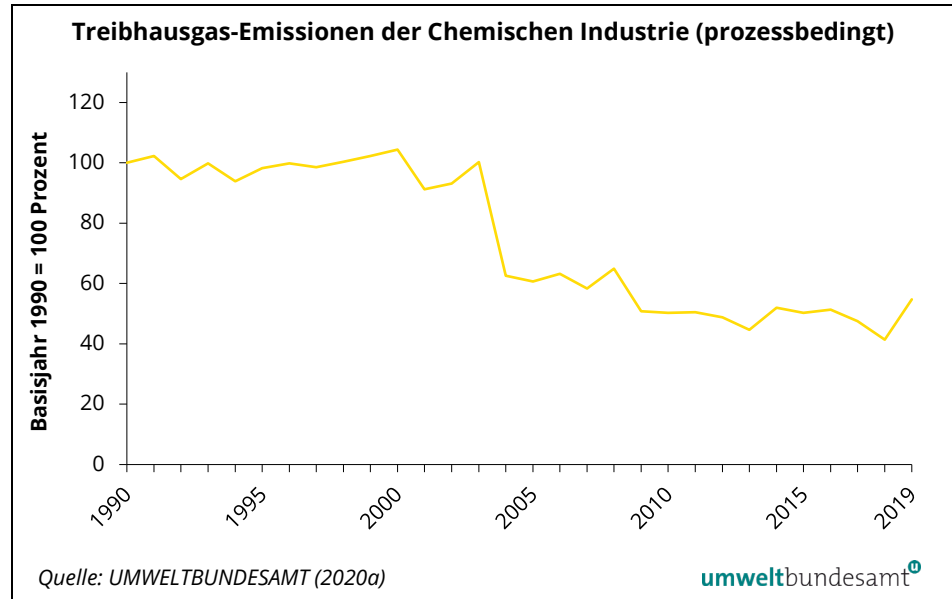
Hauptemittenten

Rund 60 % der Treibhausgas-Emissionen dieses Industriezweiges stammten 2019 aus der Ammoniakproduktion, 10 % aus der Salpetersäureproduktion, 5 % aus der Kalziumkarbidproduktion und rund 25 % aus der Produktion anderer chemischer und petrochemischer Basisprodukte.

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Bis 2003 verliefen die prozessbedingten Treibhausgas-Emissionen relativ konstant. Für den starken Emissionsrückgang von 2003 auf 2004 war die Installation eines katalytischen Reaktors zur Reduktion von N₂O-Emissionen bei einer Linie der Salpetersäureproduktion verantwortlich. Durch diese Maßnahme wurden die N₂O-Emissionen der Salpetersäureproduktion um etwa zwei Drittel reduziert. Auch bei der zweiten Linie der Salpetersäureanlage wurde im Jahr 2009 eine katalytische Reduktion installiert, wodurch die Emissionen noch einmal zurückgegangen sind. Im Jahr 2019 lagen die Emissionen um insgesamt 91 % unter den Emissionen von 1990. Hauptverursacher für den Anstieg der Emissionen von 2018 auf 2019 ist die Ammoniakproduktion.

Abbildung 51:
Treibhausgas-Emissionen (prozessbedingt) der Chemischen Industrie, 1990–2019.

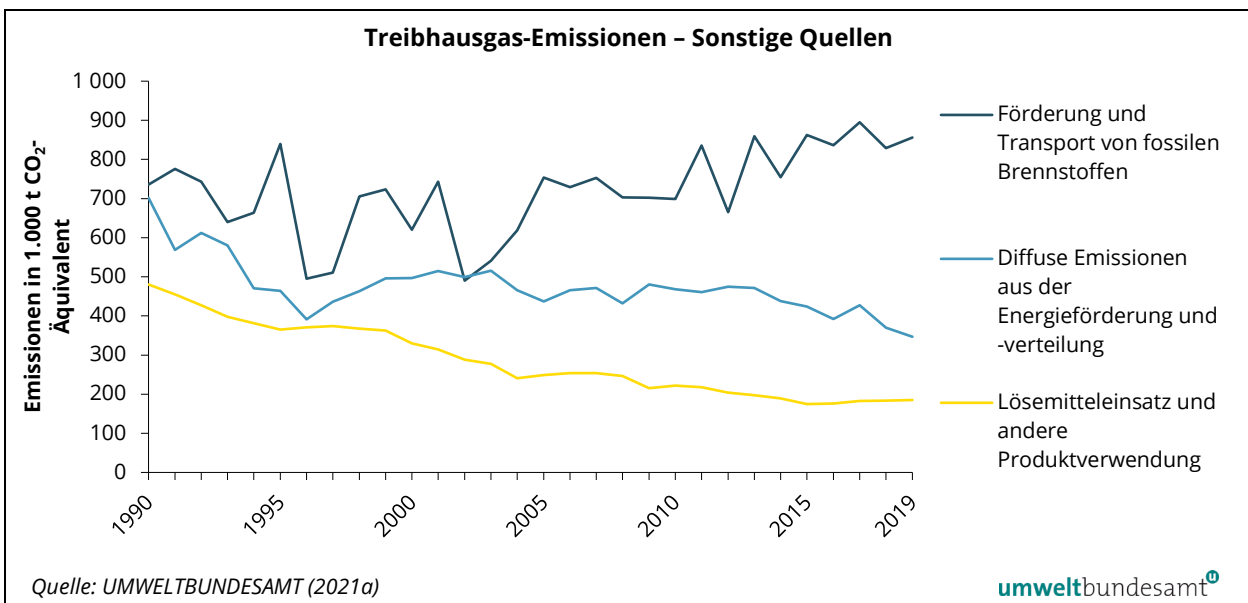


3.1.7 Sonstige Emissionsquellen

In diesem Abschnitt werden die Treibhausgas-Emissionen insbesondere aus der Förderung und dem Transport von fossilen Brennstoffen, die indirekten CO₂-Emissionen aus dem Lösemiteleinsatz und anderen Produktverwendungen sowie die diffusen Emissionen aus der Energieförderung und -verteilung sowie der Kompressoren der Gaspipelines behandelt.

Die Emissionen dieser sonstigen Quellen betragen im Jahr 2019 ca. 1,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und somit 1,7 % der gesamten Treibhausgas-Emissionen Österreichs. Zwischen 1990 und 2019 sind die Emissionen um 28 % gesunken, im Vergleich zum Vorjahr wurde eine Zunahme um 0,4 % verzeichnet.

Abbildung 52: Treibhausgas-Emissionen aus Sonstigen Quellen, 1990–2019.



Förderung und Transport von fossilen Brennstoffen

trendbestimmende Faktoren

Dieser Subsektor umfasst die Abgas-Emissionen der Pipeline-Kompressoren und der Erdgasspeicher-Verdichter sowie den sonstigen Brennstoffeinsatz der Erdöl- und Erdgasförderung. Die Pipeline-Kompressoren und Erdgasspeicher-Verdichter sind ab dem Jahr 2013 vollständig in den Emissionshandel aufgenommen worden. Die Gesamtemissionen dieses Subsektors sind im Zeitraum 1990–2019 um 16,3 % angestiegen und beliefen sich im Jahr 2019 auf 0,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, wovon 86 % auf Emissionshandelsanlagen entfallen sind. Bestimmend für den Trend ist der Brennstoffverbrauch der Gaspipeline-Kompressoren, der wiederum von der transportierten Erdgasmenge abhängt. Die in den Gaspipelines beförderte Erdgasmenge ist durch die wachsenden Transitmengen vom und ins Ausland in den letzten Jahren stark gestiegen. Die wichtigste Maßnahme zur Reduktion des Brennstoffverbrauchs ist die Umstellung auf elektrische Antriebe, was auch aus wirtschaftlichen Gründen bereits zu einem gewissen Teil erfolgt ist.

Diffuse Emissionen aus der Energieförderung und -verteilung

trendbestimmende Faktoren

Dieser Subsektor umfasst diffuse Methan- und CO₂-Emissionen aus der Förderung, der Verarbeitung und dem Transport von fossilen Energieträgern. Der Anteil an den nationalen Gesamtemissionen 2019 betrug 0,4 % bzw. 0,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Die diffusen Treibhausgas-Emissionen aus der Energieförderung und -verteilung haben im Zeitraum 1990–2018 insgesamt um 51 % abgenommen, wobei der Rückgang bis zum Jahr 1994 auf die Schließung des Untertage-Kohlebergbaus zurückzuführen ist. Der Anstieg ab 1996 ist vorerst durch die Zunahme der Emissionen aus der Öl- und Gasproduktion und der Rohgas-Reinigung sowie durch die Ausweitung des Gastransportnetzes bedingt. Da für die Ausweitung des Gasnetzes mittlerweile hauptsächlich isolierte Stahl- und Kunststoffrohre verwendet werden und alte Rohrleitungen sukzessive ausgetauscht wurden, ist eine Entkoppelung der Emissionen von der stetig ansteigenden Länge des Gasverteilungs- und -Transportnetzes eingetreten. Maßnahmen betreffen darüber hinaus z. B. die Vermeidung von Dichtungsverlusten bei Pipeline-Kompressoren.

Lösemiteileinsatz und andere Produktverwendung

trendbestimmende Faktoren

Der Rückgang der Treibhausgas-Emissionen seit 1990 ist auf den rückläufigen Lösemiteileinsatz zurückzuführen. Aufgrund diverser legislativer Instrumente (u. a. der Lösungsmittelverordnung), aber auch aufgrund des geringeren Narkosemitteleinsatzes (Einsatz von Lachgas im Anästhesie-Bereich) sind die Emissionen aus diesem Bereich seit 1990 um 61,4 % zurückgegangen. Ab dem Jahr 2005 werden auch die CO₂-Emissionen aus „AdBlue“³⁹ in dieser Kategorie berücksichtigt, die sich im Jahr 2019 auf rund 39 Kilotonnen beliefen.

³⁹ „AdBlue“ ist ein Handelsname für eine 32,5 %ige Harnstoff-Wasserlösung, die in der Selective Catalytic Reduction (SCR) – d. h. bei Katalysatoren zur Reduktion von Stickstoffoxiden aus Dieselmotoren – eingesetzt wird.

3.1.8 Vergleich Emissionshandels- und Nicht-Emissionshandels-Bereich

3.1.8.1 EU-Emissionshandel

Reduktionsziel: 21 %

Für den EU-Emissionshandel wurde ein Reduktionsziel von 21 % gegenüber 2005 bis zum Jahr 2020 auf EU-Ebene festgelegt. Dieses Ziel ist für die gesamte EU definiert und wurde nicht weiter in nationale Ziele heruntergebrochen. Daher ist der EU-Emissionshandel auch nicht vom Klimaschutzgesetz umfasst, wird aber zwecks vollständiger Darstellung der Emissionstrends in Österreich in diesem Kapitel trotzdem erläutert. Für weitere Informationen zu den Grundlagen des EU-Emissionshandels siehe auch Kapitel 1.4.1.4.

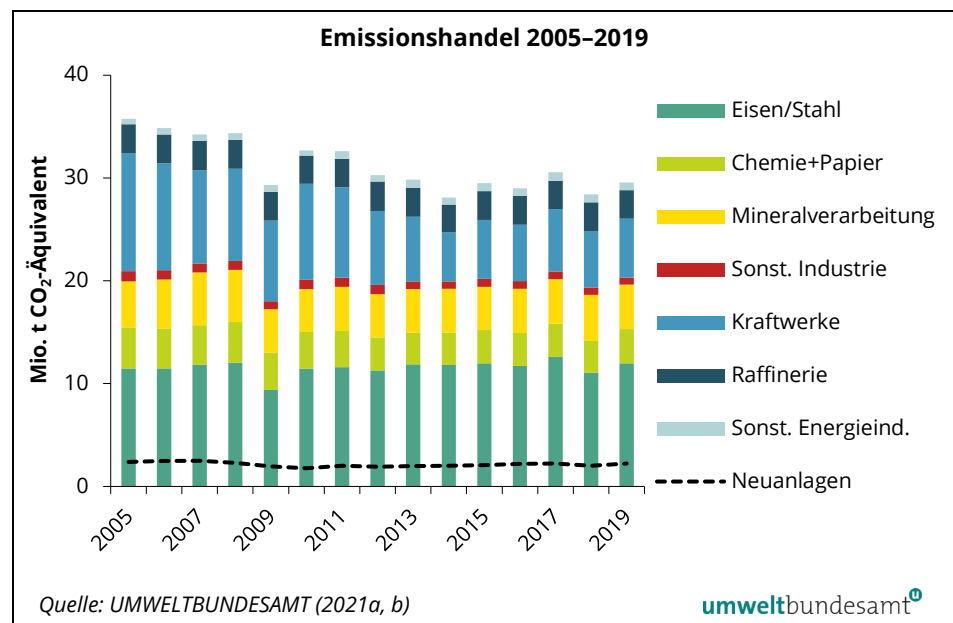
Stationäre Anlagen

Die geprüften Emissionen der EH-Betriebe beliefen sich im Jahr 2019 auf 29,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 84,5 % der insgesamt 35,0 Mio. Tonnen des Sektors Energie und Industrie. 2020 betrug die geprüften Emissionen der EH-Betriebe 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Die Emissionen der ab 2013 neu aufgenommenen Emissionshandelsanlagen beliefen sich in den Jahren 2013–2019 auf jeweils rund 2–2,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (siehe Abbildung 55).

Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden die ab 2013 neu aufgenommenen Emissionshandelsanlagen für den Zeitraum 2005–2012 mit Hilfe von Energieeinsätzen der Energiebilanz und für den Zeitraum 2008–2010 auf Basis einer Erhebung im Rahmen der ESD-Zielberechnung berücksichtigt. Die folgende Abbildung 53 zeigt die Emissionen der Emissionshandelsanlagen von 2005 bis 2019 in der Abgrenzung ab 2013.

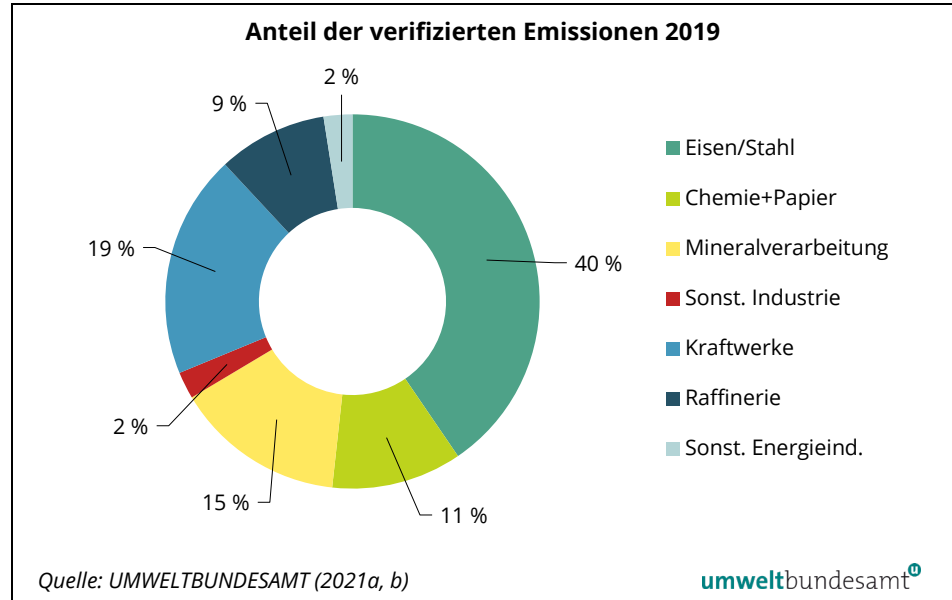
Abbildung 53:
Treibhausgas-Emissionen der Emissionshandelsanlagen 2005–2019 in der Abgrenzung ab 2013.



Hauptverursacher

Derzeit sind in Österreich rund 200 stationäre Anlagen vom EU-Emissionshandel erfasst. Der Großteil der Emissionen im Jahr 2019 stammte von Betrieben aus der Eisen- und Stahlindustrie (40 %), gefolgt von Kraft- und Fernwärmerwerken (19 %), den Mineralverarbeitenden Betrieben (15 %), der Chemischen Industrie und der Papierindustrie (11 %) sowie der Raffinerie (9 %).

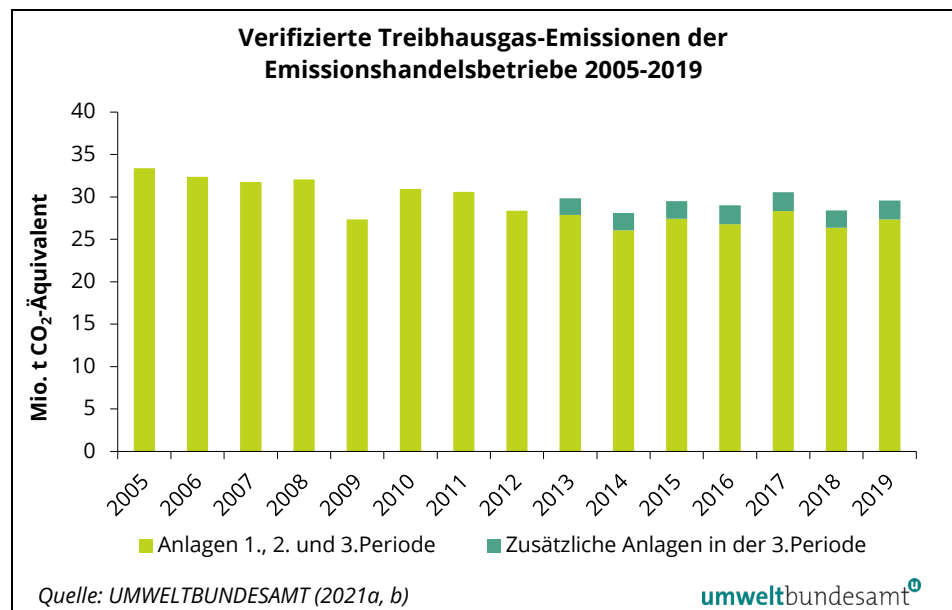
Abbildung 54:
Anteil der EH-Emissionen des Sektors Energie und Industrie im Jahr 2019 nach ausgewählten Sektoren.



Trend der Treibhausgas-Emissionen

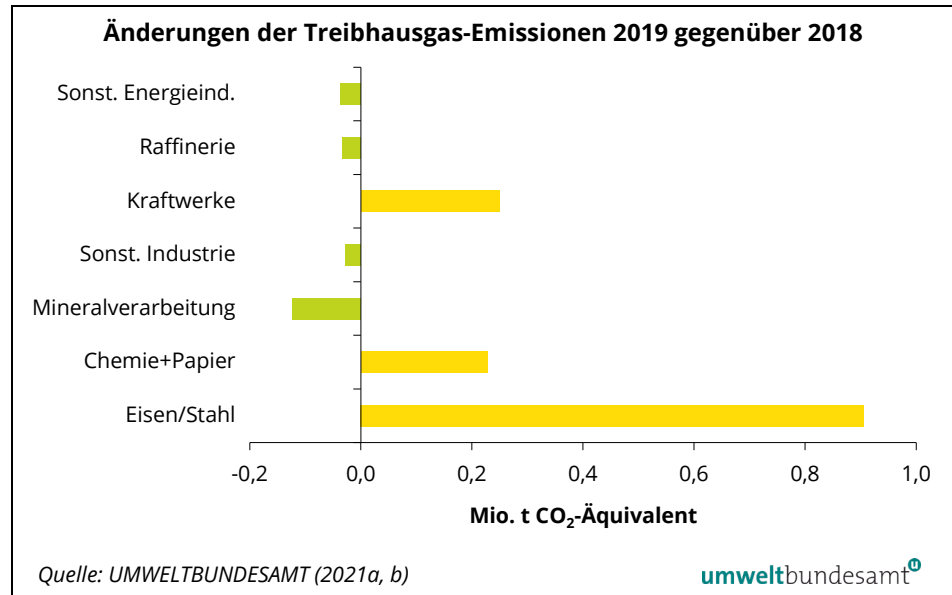
Die Emissionen der österreichischen Emissionshandelsbetriebe sind seit dem Beginn des EU-Emissionshandels im Jahr 2005 gesunken, wobei es im Jahr 2009 zu einem Rückgang der Emissionen aufgrund der Wirtschaftskrise kam. Die in Abbildung 55 gesondert dargestellten Emissionen aus „Erweiterung in der 3. Periode“ umfassen die ab 2013 zusätzlich in den Emissionshandel aufgenommenen Anlagen und Neuanlagen.

Abbildung 55:
Treibhausgas-Emissionen der Emissionshandelsbetriebe in Österreich, 2005–2019.



Im Jahr 2019 stiegen die Treibhausgas-Emissionen der österreichischen Emissionshandelsanlagen im Vergleich zum Vorjahr um 4,1 % bzw. 1,2 Mio. Tonnen auf 29,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, was auf die höhere Roheisenproduktion zurückzuführen ist, die im Jahr 2018 durch den wartungsbedingten Stillstand eines Hochofens rückgängig war. Abbildung 56 zeigt die Änderungen bei den Emissionen nach ausgewählten Sektoren. Die bereits vorliegenden Daten für 2020 zeigen pandemiebedingt wiederum einen Rückgang um 8,6 % auf 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Abbildung 56:
Änderung der Treibhausgas-Emissionen 2019 gegenüber 2018 nach ausgewählten Sektoren.

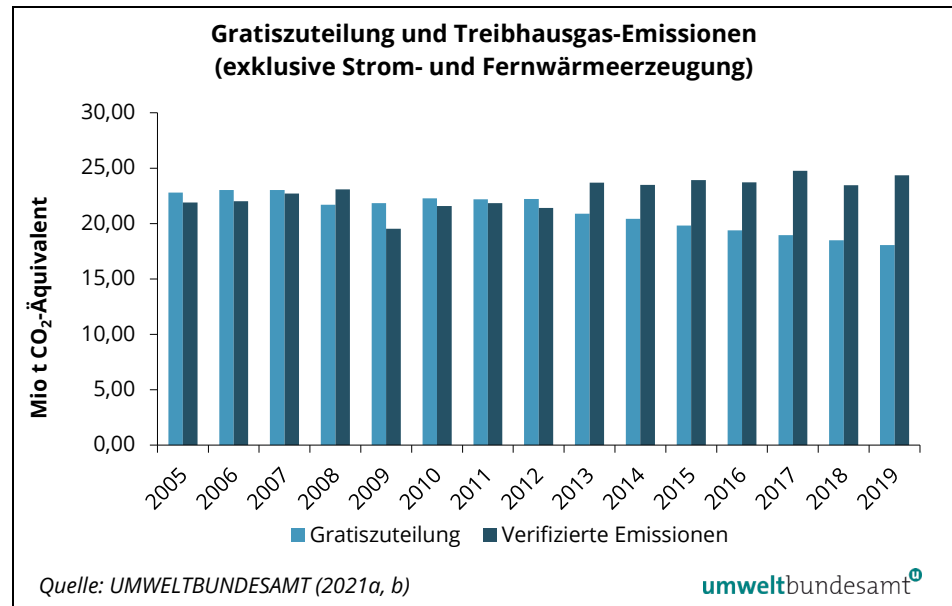


Die Gratiszuteilung an die österreichischen Emissionshandelsbetriebe exklusive Strom- und Fernwärmeerzeugung⁴⁰ ist im Zeitraum 2013 bis 2020 deutlich geringer als die von den Emissionshandelsbetrieben gemeldeten Treibhausgas-Emissionen (siehe Abbildung 57). Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass ab 2013 die kostenlose Zuteilung durch EU-weite Benchmarks bemessen wird. Vor allem aber ist ab 2013 für Stromproduktion keine kostenlose Zuteilung mehr vorgesehen. Dies bedeutet, dass die Emissionshandelsbetriebe ab 2013 im Durchschnitt entweder zusätzliche Zertifikate am Markt ankaufen oder übrig gebliebene Zertifikate aus Vorjahren nutzen müssen.

Die Emissionen sind im Zeitraum 2013–2019 etwa gleichgeblieben. Der Anstieg der Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2013 ist wiederum hauptsächlich auf die Erweiterung des Geltungsbereiches des Emissionshandelssystems zurückzuführen.

⁴⁰ Den Strom- und Fernwärmewerken werden seit 2013 nur noch in sehr geringem Ausmaß Gratiszertifikate zugeteilt. Um die Vergleichbarkeit mit 2005–2012 zu gewährleisten, wurden sie deshalb aus dem Vergleich herausgenommen.

Abbildung 57:
Vergleich Gratiszuteilung
und Treibhausgas-Emissionen (exklusive Strom-
und Fernwärmeerzeugung), 2005–2019.



Luftverkehr

Zusätzlich zu den stationären Anlagen verwaltet Österreich ca. 15 Luftverkehrsbetreiber, die seit 2012 am EU-Emissionshandel teilnehmen. Die Emissionen der Österreich als Verwaltungsmitgliedstaat zugeteilten Luftfahrzeuge stiegen im Zeitraum 2018–2019 durch die Ansiedlung der easyjet Europe Airline GmbH in Österreich um 210 % und betragen 2019 3.694 Kilotonnen CO₂-Äquivalent.⁴¹ Die Luftverkehrsbetreiber erhielten eine Gratiszuteilung von Zertifikaten in Höhe von durchschnittlich ca. 52 % der Emissionen ihrer Flotte.⁴² Für die Abdeckung der restlichen Emissionen mussten sie Zertifikate ankaufen.

3.1.8.2 Anlagen außerhalb des Emissionshandels

Die Treibhausgas-Emissionen der nicht vom Emissionshandel erfassten Anlagen beliefen sich im Jahr 2019 auf 5,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 15,5 % der Gesamtemissionen des Sektors Energie und Industrie. Sie hatten einen Anteil von 10,8 % an den Gesamtemissionen außerhalb des Emissionshandels bzw. von 6,8 % an den Gesamtemissionen Österreichs. Zum größten Teil werden diese CO₂-Emissionen in Folge der Verbrennung von fossilen Brennstoffen freigesetzt, zu einem geringeren Anteil aus flüchtigen CO₂-Emissionen aus der Erdgasaufbereitung sowie zu einem kleinen Teil aus Lachgas- und Methan-Emissionen aus Verbrennungsvorgängen.

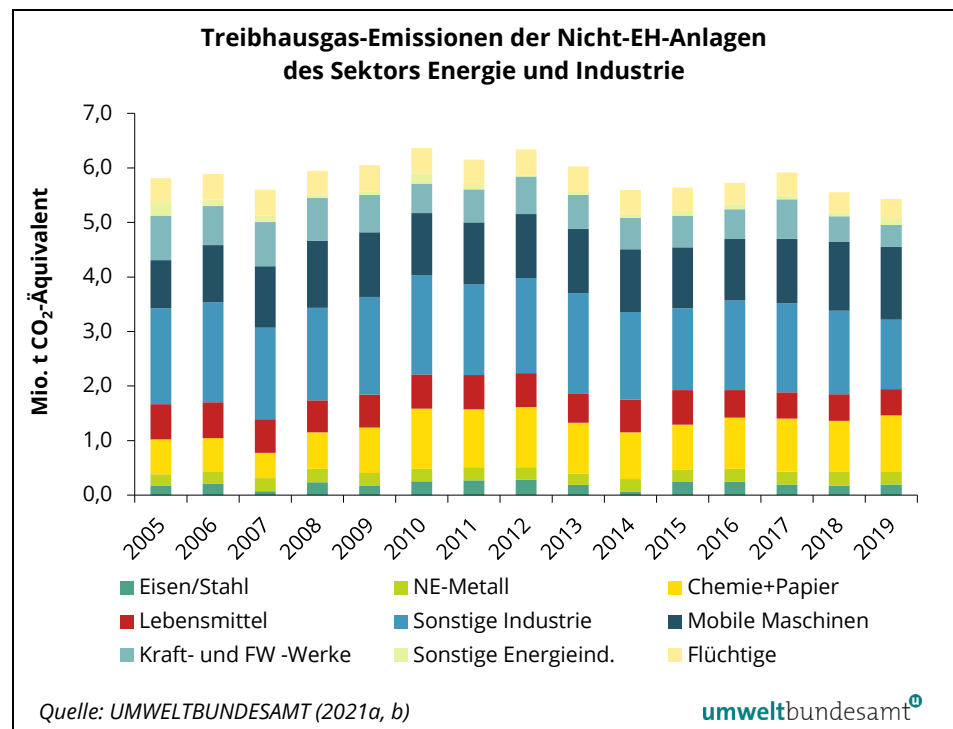
⁴¹ Im Jahr 2018 lagen die Emissionen des Sektors um 14 % über den Emissionen von 2016. Der im Vergleich zu den anderen Jahren erhöhte Wert im Jahr 2017 ist im Wesentlichen auf die Emissionsmeldung einer Luftfahrtgesellschaft zurückzuführen, die Ende 2017 Insolvenz anmeldete.

⁴² Daten für 2012 sind hier nicht einbezogen, da diese aufgrund von Ausnahmeregelungen nicht mit den Daten für 2013–2015 vergleichbar sind.

trendbestimmende Faktoren

Die Emissionen von Anlagen außerhalb des Emissionshandels haben von 2018 auf 2019 um insgesamt 0,1 Mio. Tonnen bzw. 2,2 % abgenommen. Bezogen auf die unterschiedlichen Branchen ist im Jahr 2019 eine Abnahme bei der produzierenden Industrie um insgesamt 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent sowie unveränderte Emissionen bei der Energieindustrie zu verzeichnen. Die „Sonstige Industrie“ hatten mit einer Änderung von – 0,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent den größten Anteil am Trend der produzierenden Industrie. Abbildung 58 zeigt die Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energie und Industrie, die nicht dem Emissionshandel unterliegen.

Abbildung 58:
Treibhausgas-Emissionen der Nicht-EH-Anlagen des Sektors Energie und Industrie, 2005–2019.



Energieindustrie

Die Emissionen des Nicht-EH aus der Energieindustrie beliefen sich im Jahr 2019 auf 0,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lagen um 2,6% unter dem Vorjahr.

Kraft- und Fernwärmewerke

Die öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerke, die nicht vom Emissionshandel erfasst sind, beinhalten im Wesentlichen Standorte mit einer Gesamt-Brennstoffwärmeeleistung von weniger als 20 MW sowie Biomasseheiz(kraft)werke. Die Treibhausgas-Emissionen betragen im Jahr 2019 rund 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lagen um 13 % unter dem Vorjahr. Es werden vor allem die CO₂-Emissionen der fossilen Brennstoffe Erdgas (ca. 0,35 Mio. Tonnen CO₂) und Heizöl (ca. 0,05 Mio. Tonnen CO₂) berücksichtigt, die auch in Hilfskesseln von Biomasse-Fern- und Nahwärmeeinrichtungen zum Einsatz kommen.

flüchtige (diffuse) Emissionen

Die Treibhausgas-Äquivalente der flüchtigen (diffusen) Emissionen der Energieindustrie sind ebenfalls nicht vom Emissionshandel erfasst. Sie beliefen sich im Jahr 2019 auf rund 0,3 Mio. Tonnen und lagen um 6 % unter denen des Vorjahres.

res. Rund 34 % sind auf CO₂-Emissionen, die bei der Erdgasreinigung anfallen, zurückzuführen. Die restlichen 66 % der CO₂-Äquivalente setzen sich aus Methanverlusten bei der Öl-/Gasförderung und dem Erdgasnetz zusammen.

**Sonstige
Energieindustrie**

Die Sonstige Energieindustrie des Nicht-EH beinhaltet auch den nicht näher spezifizierten Erdgas-Eigenverbrauch der Erdöl-/Gasförderung und der Gasversorgungsunternehmen. Die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2019 daraus haben 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent beigetragen.

Produzierende Industrie

Hauptverursacher

Die Emissionen des Nicht-EH aus der Produzierenden Industrie beliefen sich im Jahr 2019 auf 4,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren um 2 % niedriger als im Vorjahr. Etwa 0,3 Mio. Tonnen sind auf Prozessemissionen und rund 0,2 Mio. Tonnen auf flüchtige Emissionen aus der Produktverwendung zurückzuführen. Rund 4,1 Mio. Tonnen entstanden durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe. Die hier erfassten Betriebe unterliegen aufgrund ihrer geringen (Produktions-) Kapazität nicht dem Emissionshandel. Des Weiteren umfasst der Nicht-EH-Bereich Anlagen für die Verbrennung von gefährlichen Abfällen oder Siedlungsabfällen sowie chemische Prozesse, die nicht in die Tätigkeitsdefinition des Emissionshandelssystems fallen.

Die wichtigsten Energieträger sind Erdgas (2,4 Mio. Tonnen CO₂), Heizöl (0,1 Mio. Tonnen CO₂) und industrieller Abfall (0,2 Mio. Tonnen CO₂). Hinzu kommen ca. 1,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente aus mobilen Maschinen (v. a. Baumaschinen), die im Wesentlichen mit Dieseltreibstoff betrieben werden.

**Treibhausgas-
Emissionen nach
Branchen**

Bei branchenweiser Betrachtung entfällt auf die Sonstige Industrie der größte Anteil. Zu dieser zählen unter anderem Anlagen der Branchen Fahrzeugbau, Holzverarbeitende Industrie und Bergbau, die nicht dem Emissionshandel unterliegen, sowie die Branchen Maschinenbau, Textil- und Lederindustrie. Mit 1,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent lagen die Emissionen dieses Sektors im Jahr 2019 17 % unter dem Vorjahr. Die indirekten⁴³ CO₂-Emissionen aus der Lösemittelverwendung betragen im Jahr 2019 ungefähr 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren gegenüber dem Vorjahr etwa gleichbleibend. Die Emissionen aus sonstigen Produktverwendungen (z. B. Lachgaspatronen, „Adblue“, Schmiermittel und Paraffin) waren im Jahr 2019 mit 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent gegenüber dem Vorjahr ebenfalls etwa gleichbleibend.

Die Emissionen der Chemischen Industrie und Papierindustrie beliefen sich im Jahr 2019 auf ca. 1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren um 12 % höher als im Vorjahr. Ungefähr 0,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent stammen aus der Verbrennung von Erdgas und industriellen Abfällen. Ungefähr 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent entstanden durch chemische Prozesse.

Die Emissionen der Nichteisen-Metall- und Stahlerzeugungsbetriebe beliefen sich im Jahr 2019 auf 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren um ca. 2 %

⁴³ Der in den Lösemitteln (Flüchtige Kohlenwasserstoffe, Alkohole) enthaltene Kohlenstoff wird in CO₂ umgerechnet.

niedriger als im Vorjahr. Die Emissionen dieses Sektors entstehen hauptsächlich durch die Verbrennung von Erdgas.

Mit ca. 0,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2019 waren die Emissionen der Lebensmittelindustrie gegenüber dem Vorjahr im Wesentlichen unverändert. Auch hier handelt es sich um Mittel- und Kleinbetriebe, deren Emissionen hauptsächlich durch die Verbrennung von Erdgas für die Erzeugung von Prozesswärme entstehen.

3.2 Sektor Verkehr

Sektor Verkehr			
THG-Emissionen 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
24,0*	30,1 %	+ 0,4 %	+ 74,4 %

* inkl. CO₂ aus nationalem Flugverkehr

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Der Sektor Verkehr wies im Jahr 2019 Treibhausgas-Emissionen im Ausmaß von ca. 24,02 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf. Im Vergleich zu 2018 sind die Emissionen um 0,4 % (+ 0,10 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gestiegen. Ohne die CO₂-Emissionen aus dem nationalen Flugverkehr, welche gemäß ESD/KSG nicht berücksichtigt werden, betragen die Treibhausgas-Emissionen aus dem Verkehrssektor ca. 23,97 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Fossiler Kraftstoff-Absatz steigt weiter

Grund für diese Entwicklung ist der erneut gestiegene fossile Kraftstoffabsatz: Im Vergleich zu 2018 wurden um 0,8 % mehr Dieselmotorkraftstoffe abgesetzt (inklusive Beimengung von Biokomponenten), bei Benzin waren es hingegen um 0,5 % weniger. Aufgrund des anteilig höheren Absatzes von Dieselmotorkraftstoffen stieg der Gesamtabsatz um etwa 0,6 % bzw. 50.000 Tonnen Treibstoff. Nach einer Phase sinkender Treibhausgas-Emissionen von 2005 bis 2012 und einem relativ konstanten Verlauf bis 2014 sind die Verkehrsemissionen im Jahr 2019 nun bereits zum fünften Mal in Folge gestiegen.

Anteil der Biokraftstoffe leicht gesunken

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 6,19 % des verkauften Kraftstoffes durch Biokraftstoffe substituiert. Dieser Anteil liegt über dem in der Kraftstoffverordnung festgesetzten Substitutionsziel von 5,75 % (gemessen am Energieinhalt) des in Verkehr gebrachten fossilen Treibstoffes und auch etwas unter dem Wert des vorangegangenen Jahres (6,1 %). Dennoch konnte der Höchstwert des Jahres 2015 (8,9 %) nicht erreicht werden. Die weiterhin relativ geringe Absatzmenge an reinen Biokraftstoffen ist auf das niedrige Preisniveau fossiler Produkte zurückzuführen. Der Einsatz von Biokraftstoffen bewirkte im Jahr 2019 eine Emissionsminderung im Verkehrssektor von rund 1,56 Mio. Tonnen CO₂ (BMNT 2019c).

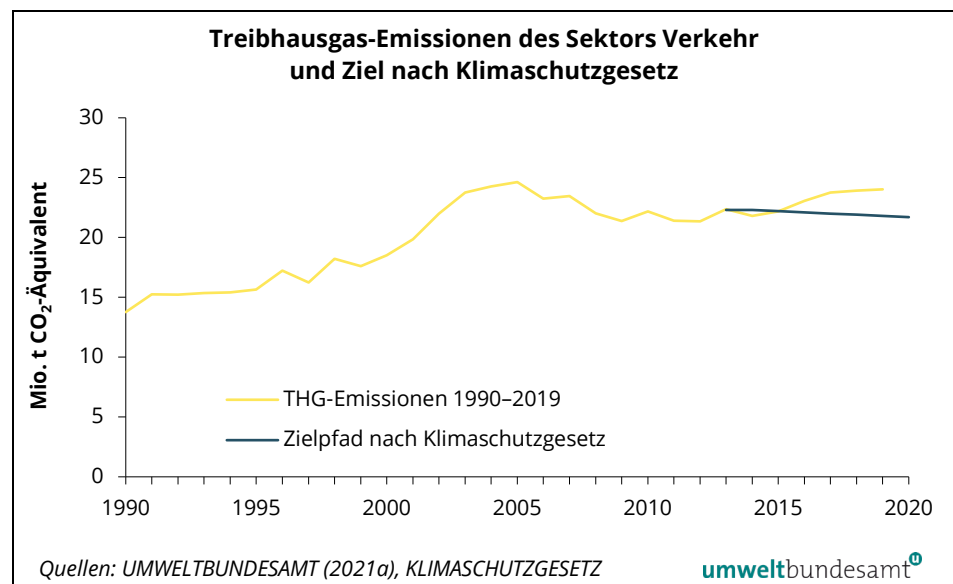
Die Fahrleistung des Pkw-Verkehrs im Inland ist gegenüber 2018 um rund 0,9 % gestiegen, jene von Lkw und Bussen um rund 2,6 %. Diesel-Pkw dominieren bei der Pkw-Fahrleistung mit rund 68 %.

Es zeigt sich jedoch ein interessanter Trend bei den Neuzulassungen: Der Anteil neuer Diesel-Pkw sinkt seit Jänner 2017, während die Neuzulassungen rein elektrischer Pkw (BEV) kontinuierlich ansteigen. Die Zulassungszahlen von Plug-in Hybrid-Pkw (PHEV) folgen diesem Trend. Zugleich steigen die spezifischen CO₂-Emissionen je Kilometer von neu zugelassenen Pkw im Jahr 2019 zum dritten Mal in Folge wieder an (+ 2,4 g im Vergleich zum Vorjahr, Durchschnitt alle Antriebe). Bei neuzugelassenen dieselbetriebenen Pkw stiegen die durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Kilometer im Vergleich zum Vorjahr sogar um rund 4 g. Dies spiegelt den Trend zu großen, schweren Diesel-Pkw mit leistungsstarken Motoren wider (SUV).

Trend zu SUV

Die sektorale Höchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz für das Jahr 2019 wurde im Verkehr, so wie bereits in den beiden Jahren zuvor, überschritten.

Abbildung 59:
Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Verkehr, 1990–2019, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



trendbestimmende Faktoren

Der deutliche Emissionsrückgang von 2005 auf 2006 ist hauptsächlich auf die Substitutionsverpflichtung fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe gemäß Kraftstoffverordnung zurückzuführen. Die schwache wirtschaftliche Konjunktur war im Wesentlichen für die Abnahme der Emissionen in den Jahren 2008 auf 2009 verantwortlich. Im Jahr 2010 stiegen die Emissionen aus dem Verkehrssektor wieder an, vor allem wegen der erhöhten Nachfrage nach Gütertransportleistung als Folge der leichten wirtschaftlichen Erholung. Der Rückgang der Emissionen in den Jahren 2011/2012 ist auf einen verringerten Kraftstoffabsatz aufgrund steigender Kraftstoffpreise zurückzuführen. Die deutliche Zunahme der Emissionen im Jahr 2013 lässt sich mit dem stark gestiegenen Kraftstoffabsatz, vor allem beim Kraftstoffexport, erklären. Gründe für den Rückgang im Jahr 2014 sind der geringere fossile Kraftstoffabsatz und der rückläufige Kraftstoffexport in diesem

Jahr, bei gleichzeitigem Anstieg des Absatzes von Biokraftstoffen. Niedrige Kraftstoffpreise, v. a. bei Diesel, lassen Absatz und Emissionen jedoch nun schon das fünfte Jahr in Folge steigen.

Mit 24,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent war der Verkehrssektor 2019 erneut der größte Verursacher von Treibhausgas-Emissionen außerhalb des Emissionshandels. Seit 1990 verzeichnet der Sektor Verkehr (inklusive nationalem Flugverkehr) mit einer Emissionszunahme von 74,4 % den höchsten Zuwachs aller Sektoren im Zeitraum 1990–2019, im Wesentlichen verursacht durch den Anstieg der Fahrleistung im Straßenverkehr.

Fahrleistung ist gestiegen

Die gesamte Fahrleistung auf der Straße im Inland (Pkw- und Güterverkehr) ist von 2018 auf 2019 um rund 1,0 % gestiegen. Trotz einer Steigerung der Pkw-Kilometer seit 1990 um 75 % stiegen die Personenkilometer lediglich um 47 %. Ursache dafür ist eine Verminderung des Besetzungsgrades pro Fahrzeug von 1,4 (1990) auf 1,14 (2019) Personen je Fahrzeug. Die Lkw-Fahrleistung im Inland (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) stieg seit 1990 um rund 94 %, die Transportleistung in Tonnenkilometern um 176 %. Das bedeutet, dass die Transportleistung pro Fahrzeugkilometer gesteigert werden konnte.

Der Verkehrssektor verursacht die Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas aus Straßen-, Schienen-, Wasser- und Luftverkehr sowie von Militärfahrzeugen. Pipelines und mobile Offroad-Maschinen und -Geräte werden gemäß Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz nicht dem Sektor Verkehr zugeordnet (siehe Anhang 3).

Hauptemittent Straßenverkehr

Hauptemittent ist der Straßenverkehr, der rund 30 % der gesamten nationalen Treibhausgas-Emissionen (inklusive EH) und rund 99 % der Treibhausgas-Emissionen des gesamten Verkehrssektors ausmacht. Der Anteil des Personenverkehrs auf der Straße (Pkw, Busse, Mofas, Motorräder) an den gesamten nationalen Treibhausgas-Emissionen beträgt knapp 19 %; der des Straßengüterverkehrs rund 11 %. Die restlichen Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors verteilen sich auf Emissionen von Bahn-, Schiff- und nationalem Flugverkehr sowie von mobilen militärischen Geräten.

Die folgende Tabelle stellt jeweils die Anteile an den gesamten nationalen Emissionen Österreichs dar.

Tabelle 12: Hauptverursacher der Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors (in 1.000 t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Hauptverursacher	1990	2005	2018	2019	Veränderung 2018–2019	Veränderung 1990–2019	Anteil an den gesamten Emissionen 2019
Straßenverkehr	13 466	24 262	23 560	23 654	+ 0,4 %	+ 75,7 %	29,6 %
davon Güterverkehr (schwere und leichte Nutzfahrzeuge)	4 125	9 656	8 644	8 743	+ 1,2 %	+ 112,0 %	11,0 %
davon Personenverkehr (Pkw, Mofas, Busse, Mo- torräder)	9 341	14 606	14 917	14 911	- 0,04 %	+ 59,6 %	18,7 %

Kraftstoffexport im Fahrzeugtank

Die Emissionsberechnungen des Straßenverkehrs basieren in der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) auf der in Österreich verkauften Treibstoffmenge.

Berechnungsmethodik

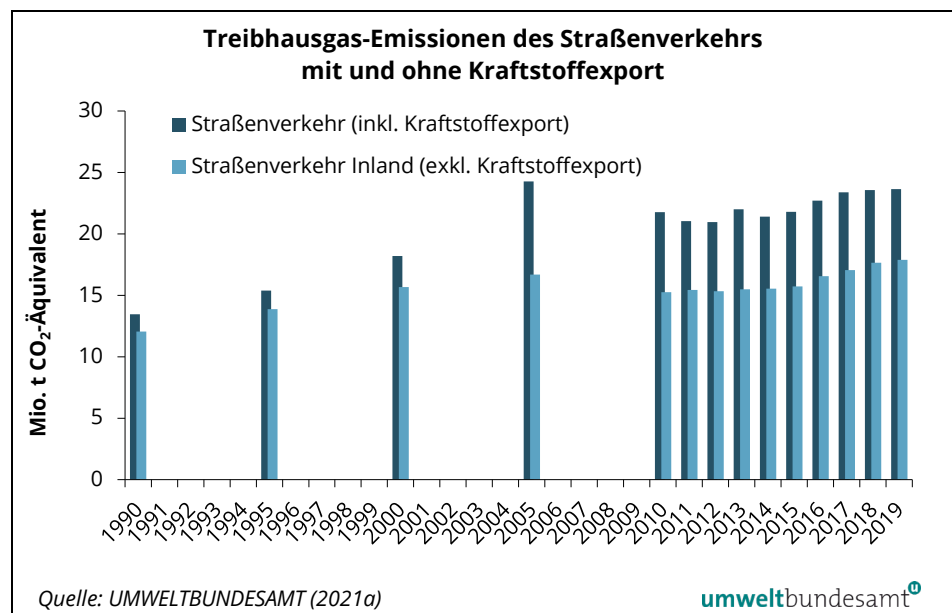
Methodisch lassen sich die über die Grenzen verschobenen Kraftstoffmengen in Fahrzeugen aus der Differenz zwischen Kraftstoffabsatz in Österreich und dem berechneten Inlandsverbrauch ermitteln. Der Inlandskraftstoffeinsatz wird auf Basis der Fahrleistungen (Kfz-km) von Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen sowie dem Kraftstoffeinsatz im Offroad-Verkehr abgeleitet. Die Differenz zur Kraftstoffverkaufsmenge ergibt in weiterer Folge die zugehörigen Emissionen für den „Kraftstoffexport in Kfz“.

Gründe für diesen Effekt sind strukturelle bzw. geografische Gegebenheiten (Österreich als relativ kleines Binnenland mit hohem Exportanteil in der Wirtschaft) sowie Unterschiede im Kraftstoffpreisniveau zwischen Österreich und seinen Nachbarländern.

Treibhausgas-Emissionen aus Kraftstoffexport

Im Jahr 2019 wurden etwa 24 % der Treibhausgas-Emissionen aus dem Straßenverkehr dem Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks zugewiesen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Kraftstoffexport um rund 2,4 % gesunken. Der Schwerverkehr ist für den Kraftstoffexport maßgebend, der Rest entfällt auf den Pkw-Verkehr. Im Vergleich zu 1990 sind die Treibhausgas-Emissionen des Kraftstoffexports aufgrund zunehmender Preisdifferenzen zum Ausland heute ca. um den Faktor 4 höher. Nachstehende Abbildung gibt Auskunft über die Emissionsmengen, die auf den Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks zurückzuführen sind. Im Jahr 2019 waren dies rund 5,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Abbildung 60:
Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs mit und ohne Kraftstoffexport, 1990–2019.



Biokraftstoffe

Substitutionsziel wurde übertraffen

Mit Oktober 2005 ist die Substitutionsverpflichtung fossiler Kraftstoffe durch Biokraftstoffe gemäß Kraftstoffverordnung in Kraft getreten. Das in der Kraftstoffverordnung 2012 (BGBl. II Nr. 398/2012) festgesetzte Substitutionsziel von 5,75 % (gemessen am Energieinhalt) des in Verkehr gebrachten Treibstoffes wurde 2019 mit 6,19 % übertraffen (BMK 2020a). Das entspricht einer relativen Abnahme um 0,06 % im Vergleich zum Vorjahr (6,25 %). Der Höchstwert von 8,9 % aus dem Jahr 2015 wurde jedoch bei weitem nicht erreicht. Dies ist erneut auf das niedrige Preisniveau fossiler Produkte und dem damit verbundenen Rückgang pur abgesetzter Biokraftstoffmengen zurückzuführen.

Durch die Verwendung von Biokraftstoffen im Verkehrssektor können direkte Emissionen vermieden werden. Gemäß internationaler Berechnungslogik entstehen bei der Verbrennung von biogenen Kraftstoffen keine CO₂-Emissionen. Es wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die Biomasse, aus der die Kraftstoffe erzeugt werden, während des Wachstums dieselbe Menge an Kohlenstoffdioxid aus der Atmosphäre entzieht, die bei der Verbrennung des Kraftstoffes entsteht. Während des Anbaus der Biomasse, des Transports der Zwischenprodukte und der Umwandlungsvorgänge (Raffinerie) fallen sehr wohl Emissionen an. Diese herstellungsbedingten Emissionen werden jedoch anderen Sektoren zugeordnet (BMK 2020a).

Im Jahr 2019 konnten rund 1,56 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent durch den Einsatz von Biokraftstoffen eingespart werden. Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Entwicklung der eingesetzten Biokraftstoffe und die dadurch eingesparten Treibhausgas-Emissionen.

Tabelle 13: Einsatz von Biokraftstoffmengen gemäß Kraftstoffverordnung und eingesparte Treibhausgas-Emissionen im Verkehrssektor durch den Einsatz von Biokraftstoffen 2005–2019 (Quelle: BMK 2020a).

Jahr	[1.000 t]						Energie [GWh]	CO ₂ - Einsparung [1.000 t]
	Biodiesel (FAME)	Bioethanol	Bio- ETBE	Pflanzenöl (SVO)	Hydrierte Pflanzenöle (HVO)	Biogas		
2005	92						943	252
2006	331			10			3.485	932
2007	370	20		18			4.120	1.102
2008	406	30	55	19			5.129	1.375
2009	522	36	64	18			6.427	1.723
2010	502	61	45	17			6.220	1.668
2011	507	53	50	17			6.255	1.677
2012	499	63	42	17		0,5	6.180	1.657
2013	493	48	41	18	12	0,7	6.176	1.630
2014	577	59	29	16	41	0,6	7.334	1.936
2015	608	80	10	16	79	0,4	8.084	2.134
2016	510	82	5	16	51	0,3	6.696	1.767
2017	466	80	5	16	24	0,2	5.897	1.556

Jahr	Biodiesel (FAME)	Bioethanol	Bio-ETBE	Pflanzenöl (SVO)	Hydrierte Pflanzenöle (HVO)	Biogas	CO ₂ -Einsparung
	[1.000 t]						
2018	507	85	3	0,3	18	0,3	1.612
2019	485	82	4	0,1	21	0,3	1.560

Bioethanol und Bio-ETBE werden vorwiegend beigemischt, während Pflanzenöl ausschließlich in purer Form eingesetzt wird. Biodiesel und HVO werden über beide Distributionskanäle vertrieben, wobei auch hier der überwiegende Anteil (88 %) Dieselkraftstoffen beigemischt wird.

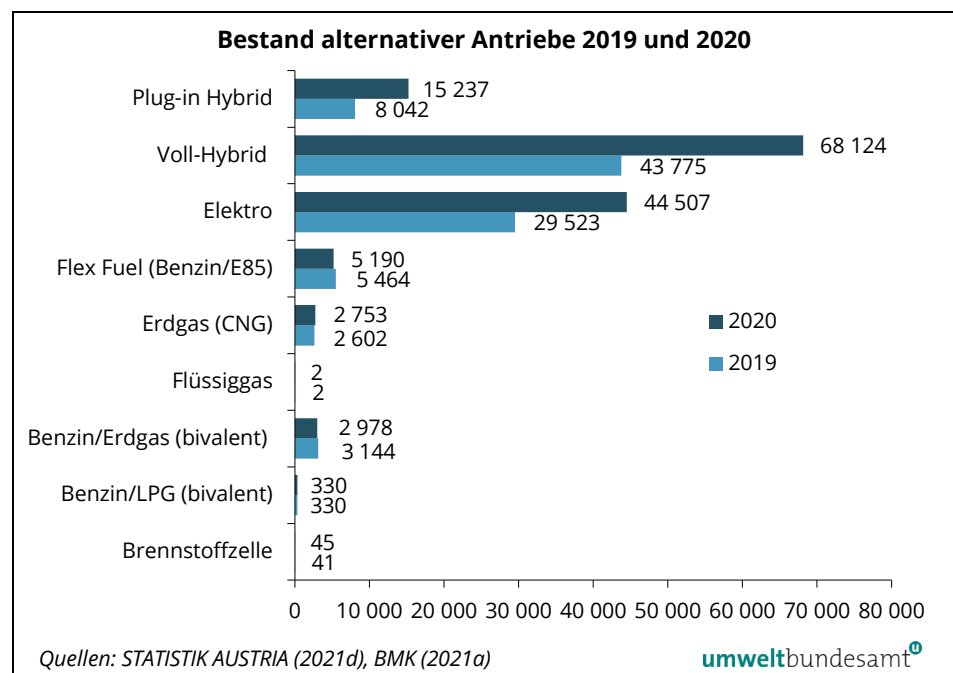
Alternative Antriebe bei Pkw

v. a. Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Die Entwicklung der Neuzulassungen von alternativ angetriebenen Pkw bewegt sich zwar noch immer auf sehr niedrigem Niveau, gewinnt aber in den letzten Jahren an Bedeutung. Im Jahr 2020 waren bereits 6,4 % (2018: 2,8 %) aller neuzugelassenen Pkw batterieelektrische Fahrzeuge und damit lokal CO₂-frei (STATISTIK AUSTRIA 2021c).

Die Bestandsstatistik zeigt, dass der überwiegende Teil der alternativ angetriebenen Personenkraftwagen aus Hybridfahrzeugen besteht. Die zweitgrößte Gruppe mit beinahe 45.000 (2019: 30.000) Fahrzeugen bilden die batterieelektrischen Pkw (BMK 2021a, STATISTIK AUSTRIA 2021c). Die Anzahl der übrigen alternativ angetriebenen Fahrzeuge (Flüssiggas, Erdgas oder sogenannte Flex-Fuel-Fahrzeuge, welche mittels Benzin oder Ethanol (E85) betrieben werden) stagniert oder sinkt. Es ist absehbar, dass vor allem der Anteil der Elektro- und Hybridfahrzeuge durch die voranschreitende Elektrifizierung des Antriebsstranges weiterhin ansteigen wird (STATISTIK AUSTRIA 2021c).

Abbildung 61:
Bestand alternativer Antriebe 2019 und 2020.



steuerliche Anreize Durch die Normverbrauchsabgabe (NoVA) werden alternativ angetriebene Pkw steuerlich begünstigt, um so den Erwerb verbrauchs- und emissionsarmer Fahrzeuge durch Begünstigungen stärker zu fördern. Ausschließlich elektrisch betriebene Fahrzeuge sind von der Normverbrauchsabgabe befreit. Für Fahrzeuge mit Hybridmotoren verringert sich die motorbezogene Versicherungssteuer, da bei diesen Kraftfahrzeugen ausschließlich die Leistung des Verbrennungsmotors als Bemessungsgrundlage herangezogen wird. Der Steuerbonus in der Höhe von 600 € für alternative, umweltfreundliche Antriebsmotoren, wie Hybrid-, Erdgas- und Biogasmotoren sowie Flüssiggasmotoren, die unter Verwendung von Kraftstoff der Spezifikation E 85, von Methan in Form von Erdgas/Biogas, Flüssiggas oder Wasserstoff betrieben werden, wurde bis Ende 2015 gewährt. Für Elektrofahrzeuge besteht seit Jahren eine Förderung bei betrieblicher Nutzung, im Jahr 2017 wurde zusätzlich eine Direktförderung für den Privatankauf geschaffen, die 2020 erhöht und bis Ende 2021 verlängert wurde. Zusätzlich sind Elektrofahrzeuge in gewerblichen Flotten seit 2016 vom Sachbezug befreit sowie vorsteuerabzugsfähig.

3.2.1 Straßenverkehr

Emissionsanstieg nach Fahrzeugkategorien Etwa 63 % der Treibhausgas-Emissionen des gesamten Straßenverkehrs sind dem Pkw-Verkehr zuzuordnen, wobei dessen Emissionen zwischen 1990 und 2019 auch um 60 % angestiegen sind. 37 % der Emissionen entfielen auf den Güterverkehr, der schwere und leichte Nutzfahrzeuge umfasst. Besonders die Entwicklung der Diesel-Pkw zeigt einen sehr starken Anstieg: Von 1990 bis 2019 sind die Treibhausgas-Emissionen um rund 578 % gestiegen.⁴⁴

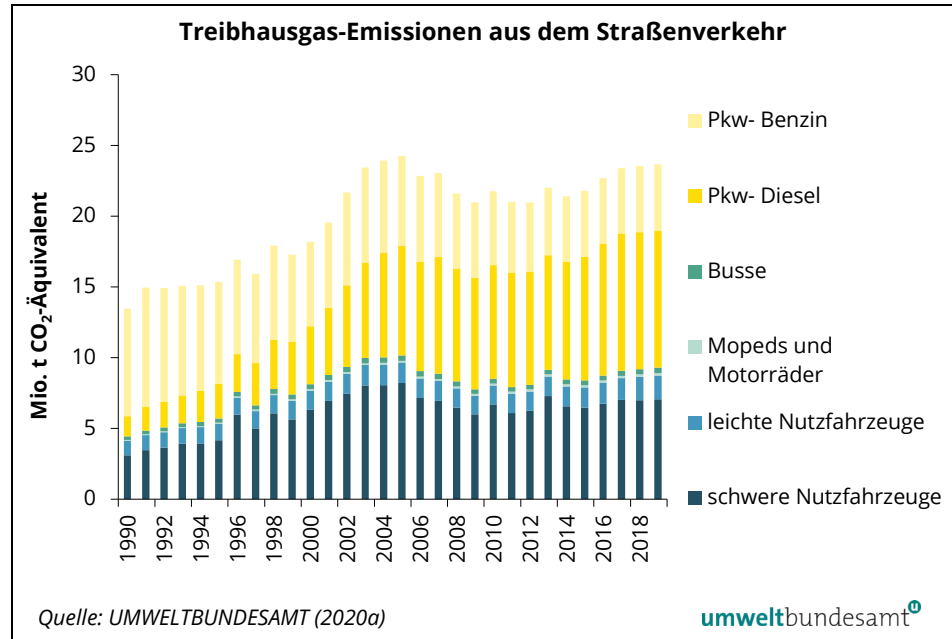
Die folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs über die einzelnen Kfz-Kategorien im Zeitverlauf.

Tabelle 14: Treibhausgas-Emissionen aus dem Straßenverkehr nach Fahrzeugkategorien ohne CO₂ aus FAME (in 1.000 t CO₂-Äquivalent) (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Jahr	Pkw-Benzin	Pkw-Diesel	Mofas und Motorräder	Busse	leichte Nutzfahrzeuge	schwere Nutzfahrzeuge
1990	7.601	1.430	69	241	1.024	3.101
2005	6.334	7.765	125	382	1.435	8.220
2018	4.698	9.672	182	365	1.656	6.988
2019	4.672	9.687	184	367	1.680	7.064
1990–2019	- 38,5 %	+ 577,5 %	+ 165,6 %	+ 52,4 %	+ 64,0 %	+ 127,8 %

⁴⁴ Aufgrund laufender Updates und Verbesserungen bezüglich der Methodik und der Emissionsfaktoren in der Luftschadstoff-Inventur kann sich die ganze Zeitreihe verändern und die im Vorjahr berichteten Werte können höher/tiefer liegen.

Abbildung 62:
Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugkategorien, 1990–2019.



3.2.1.1 Personenverkehr

Trend zu Benzin-Neuzulassungen

Bei den Pkw-Neuzulassungen in Österreich ist in den letzten beiden Jahrzehnten ein starker Trend zu dieselbetriebenen Fahrzeugen zu verzeichnen. Während die Fahrleistung und somit auch der Energieeinsatz und die Treibhausgas-Emissionen der mit Benzin betriebenen Pkw seit 1990 zurückgegangen sind, ist die Fahrleistung der Diesel-Pkw im Vergleich zu 1990 fast siebenmal so hoch. 2019 wurden rund 68 % der Treibhausgas-Emissionen des Pkw-Verkehrs von Diesel-Pkw verursacht.

Im Jahr 2011 wurde die bisher höchste Zahl an Neuzulassungen seit 2000 erreicht. Der abnehmende Trend 2012–2014 wurde im Jahr 2015 gebrochen. Von 2018 auf 2019 ist abermals ein Rückgang bei den Pkw-Neuzulassungen zu verzeichnen (- 3,4 % im Durchschnitt, Dieselfahrzeuge - 9,8 %). Rund 54 % der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2019 waren Benzinfahrzeuge (176.618) und rund 38 % Dieselfahrzeuge (127.765). Die restlichen Prozente entfielen auf alternative Antriebskonzepte (3 % Elektro- und 5 % sonstige alternative Antriebe inklusive Hybridfahrzeuge).

Im Jahr 2019 wurden zum dritten Mal seit Beginn des Monitorings mehr Benzinals Dieselfahrzeuge zugelassen. Dieser Trend dürfte sich auch bis in das Jahr 2020 weiterziehen, wie statistische Neuzulassungsdaten zeigen. Für diesen allgemeinen Trend ist unter anderem auch die Verunsicherung der Fahrzeughalter verantwortlich, die vom Dieselskandal ausgelöst wurde.

Abbildung 63:
Pkw-Neuzulassungen,
2000–2019.

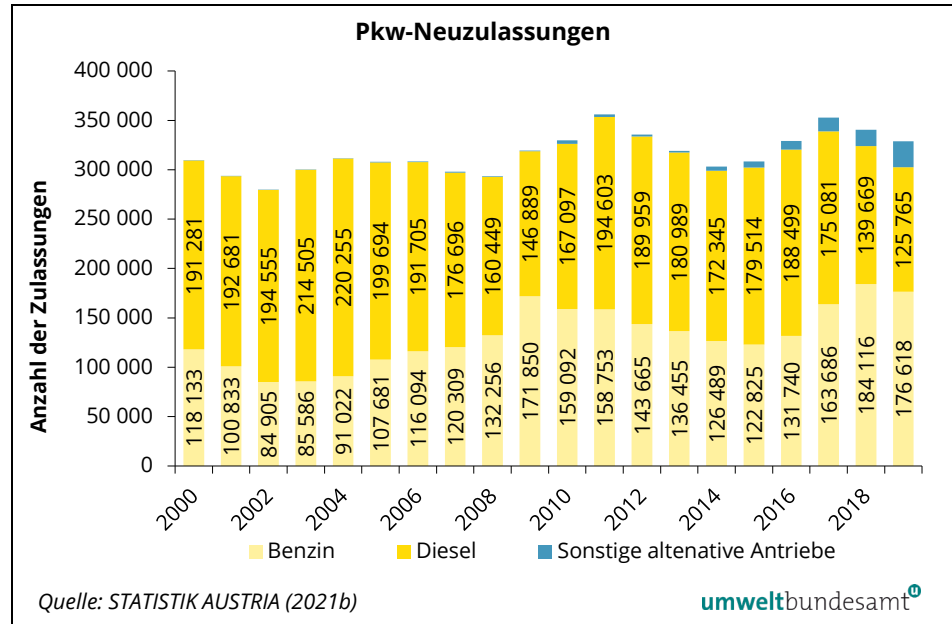
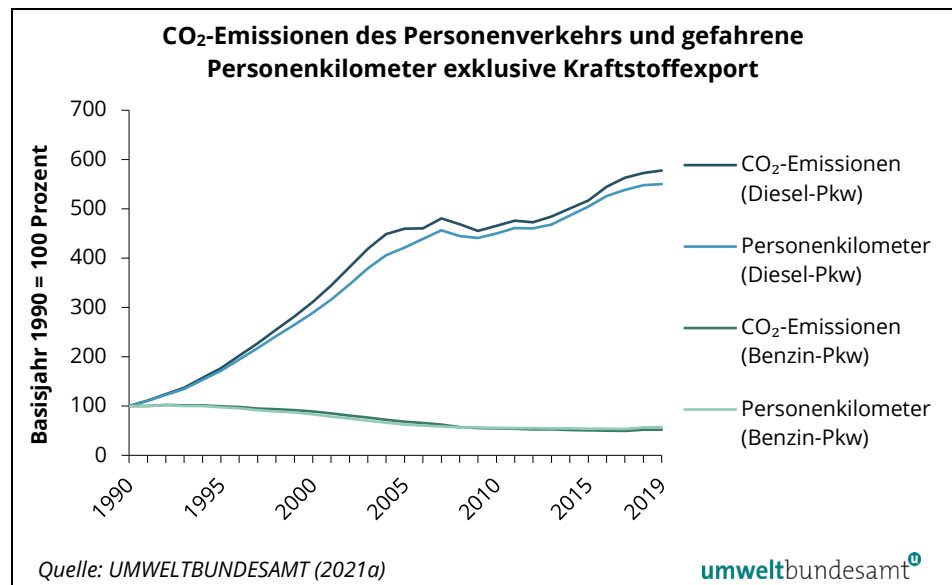


Abbildung 64 zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen von Diesel- und Benzin-Pkw im Vergleich zur Personenverkehrsleistung (Pkm). Eine wesentliche Entkopplung der Emissionen – nämlich ein weniger starker Anstieg der CO₂-Emissionen im Vergleich zur Entwicklung der Personenkilometer – ist derzeit noch nicht zu sehen. Im Gegenteil zeigt sich zwischen CO₂-Emissionen und gefahrenen Fahrzeugkilometern bei Diesel-Pkw eine zunehmend negative Entkopplung. Dies lässt sich vor allem durch den festgestellten Trend zu schweren, leistungsstärkeren Fahrzeugmodellen (vor allem SUV-Modelle) erklären. Fahrzeuggewicht und Motorleistung sind neben Art des Antriebs, Fahrzeuggröße und -alter sowie Geschwindigkeit und Fahrdynamik für Verbrauch und Emissionen besonders bedeutend. Zudem ist der Besetzungsgrad der Pkw seit 1990 von 1,4 auf 1,14 Personen pro Pkw gesunken, was wiederum die Effizienz in Bezug auf die Transportleistung mindert.

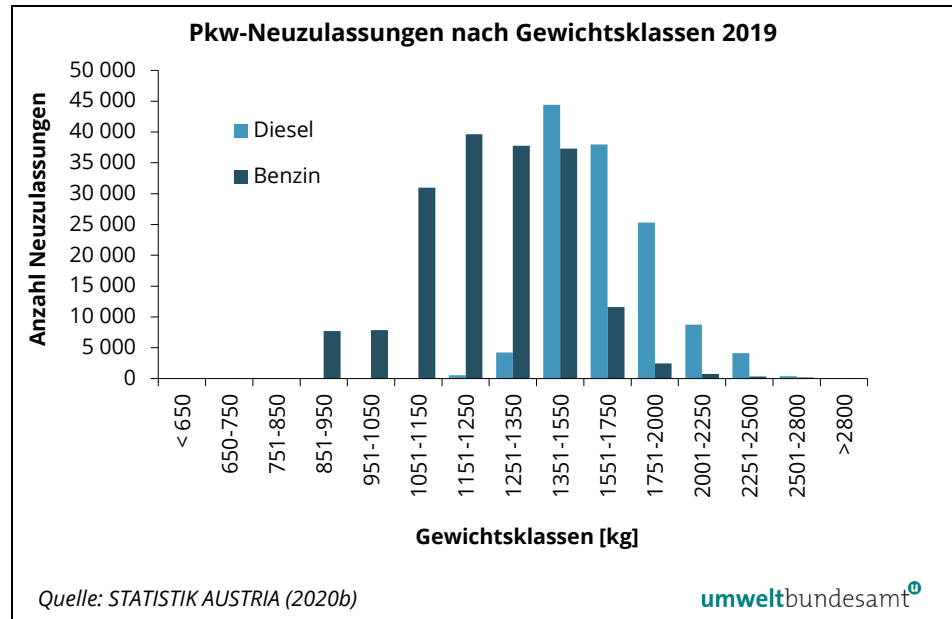
**Einfluss von
Fahrzeuggewicht und
Motorisierung**

Abbildung 64:
CO₂-Emissionen aus dem
Personenverkehr (Pkw)
und gefahrene Personen-
enkilometer nach
Treibstoffen (exklusive
Kraftstoffexport),
1990–2019.



Zwischen dem Gesamtgewicht der Fahrzeuge und dem Treibstoffverbrauch sowie den damit verbundenen CO₂-Emissionen besteht ein enger, annähernd linearer Zusammenhang. Benzinmotoren gelangen in Österreich speziell in Kleinwagen zum Einsatz – die meisten benzinbetriebenen Fahrzeuge gehören einer Gewichtsklasse von 1.151–1.250 kg an, großvolumige Benzinmotoren spielen statistisch gesehen nur eine untergeordnete Rolle. Bei den Dieselfahrzeugen werden in erster Linie größere Fahrzeuge über 1.350 kg gekauft (siehe Abbildung 65).

Abbildung 65:
Pkw-Neuzulassungen
nach Gewichtsklassen,
2019.



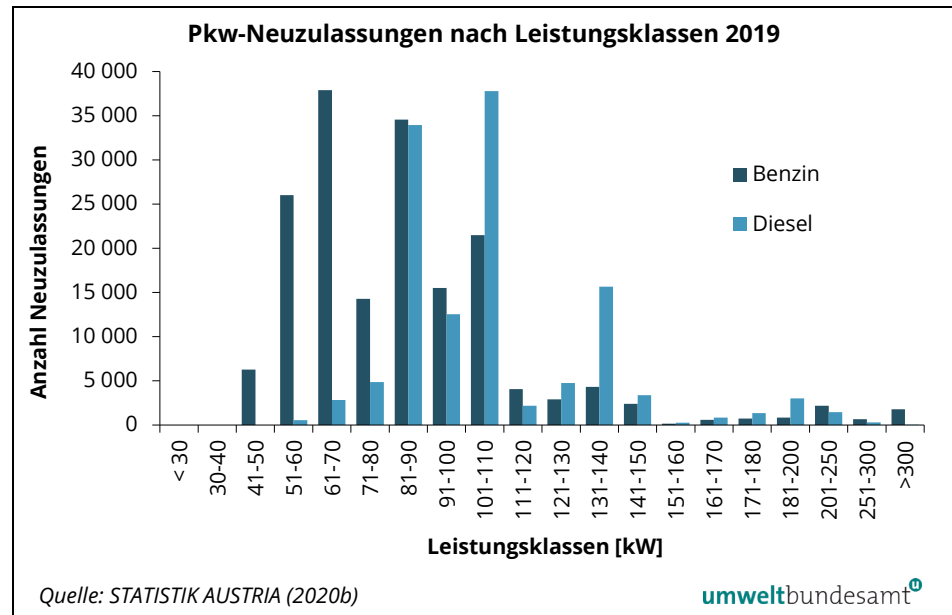
Gewicht von Diesel-Kfz steigt stärker

Das durchschnittliche Fahrzeuggewicht der neu zugelassenen Pkw entwickelte sich im Zeitraum 2000–2018 für Dieselfahrzeuge und Benzinfahrzeuge unterschiedlich. Während das Durchschnittsgewicht von mit Benzin betriebenen Fahrzeugen seit 2003 nahezu konstant blieb, stieg es bei Dieselfahrzeugen kontinuierlich an. Seit 2000 hat das durchschnittliche Fahrzeuggewicht bei Benzinern um 17 % zugenommen, bei Dieselfahrzeugen um 22 %.

leistungsstärkere Diesel-Modelle gefragt

Auch bei der Motorisierung zeigt sich eine weitgehend proportionale Zunahme der CO₂-Emissionen mit der steigenden Fahrzeuleistung. Bei den Neuzulassungen je Leistungsklasse ergibt sich ein ähnliches Bild der CO₂-Trends wie bei der Betrachtung der Fahrzeuggewichtsverteilung. Der Großteil benzinbetriebener Fahrzeuge findet sich eher in den unteren Leistungsklassen, wobei in den Klassen 61–70 kW bzw. 81–90 kW die meisten Zulassungen zu verzeichnen sind; in den darüber liegenden Leistungsklassen nehmen sie deutlich ab. Bei den Dieselfahrzeugen liegt der Großteil der Neuzulassungen in den Leistungsklassen 81–90 kW sowie 101–110 kW (siehe Abbildung 66). Die durchschnittliche Motorleistung bei neu zugelassenen Fahrzeugen steigt seit 2000 kontinuierlich an. Im Jahr 2008 konnte dieser Trend bei Benzinfahrzeugen erstmalig durchbrochen werden, währenddessen die durchschnittliche Leistung bei dieselbetriebenen Fahrzeugen weiter stetig ansteigt (STATISTIK AUSTRIA 2020b).

Abbildung 66:
Pkw-Neuzulassungen
nach Leistungsklassen,
2019.



CO₂-Monitoring

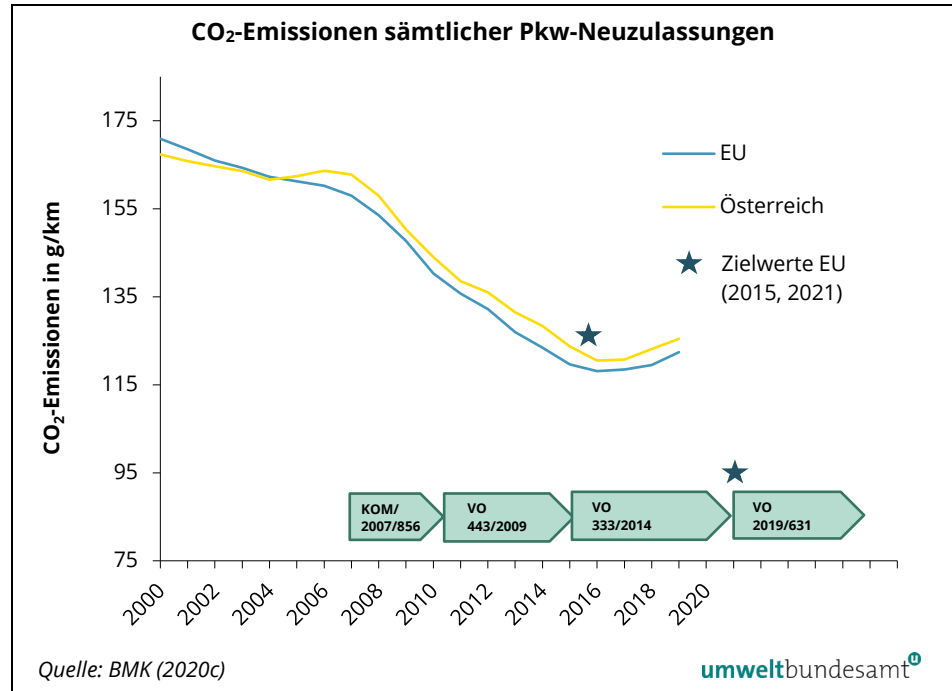
Gemäß CO₂-Monitoring stiegen die CO₂-Emissionen von in Österreich im Jahr 2019 neu zugelassenen Pkw von 123,1 g/km auf 125,5 g/km zum dritten Mal in Folge an (BMK 2020c). Die Angaben zum CO₂-Monitoring beziehen sich auf die Testwerte für den Verbrauch im Rahmen der Typprüfung für neue Fahrzeuge. Im Realbetrieb liegen die CO₂-Emissionen deutlich höher. Über die gesamte Pkw-Flotte gerechnet liegen die realen durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Kilometer im Jahr 2019 bei 166,98 g.⁴⁵

Der Vergleich der CO₂-Emissionsentwicklung neu zugelassener Pkw in Österreich mit jenen im EU-Raum wird in Abbildung 67 veranschaulicht. Die durchschnittlichen CO₂-Emissionen im EU-Raum lagen 2019 um 3,1 g/km unter jenen in Österreich. Der Zielwert von 130 g CO₂/km, welcher im Durchschnitt über die ganze Neuwagenflotte in der EU bis zum Jahr 2015 zur Gänze erreicht werden musste, wurde bei Betrachtung des gesamten EU-Raumes bereits 2012 annähernd eingehalten (BMK 2020c). Fraglich ist allerdings, ob der Zielwert von 95 g/km für 95 % der Flotte im Jahr 2020 bzw. 95 g/km für 100 % der Flotte im Jahr 2021 erreicht wird. Hier liegt die gesamte EU-Flotte noch ca. 27,4 g über diesem EU-Zielwert.

**Erreichung der
Zielwerte ist fraglich**

⁴⁵ RDE (real drive emissions) berücksichtigt; aufgrund der laufenden Implementierung neuester CO₂-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, kann der im Vorjahr berichtete Wert höher/tiefer liegen.

Abbildung 67:
CO₂-Emissionen von
Pkw-Neuzulassungen im
Vergleich zu den
EU-Grenzwerten.



Spezifische Verbrauchswerte von Kfz

technologische Effizienz in der Flotte

Gemäß Inventur, wo Realverbräuche hinterlegt sind, hat sich die technologiebedingte Effizienz in der Kfz-Flotte im Vergleich zum Vorjahr leicht verbessert. So ist der spezifische Verbrauch pro Fahrzeugkilometer (g/km) bei Benzin-Pkw im Vergleich zum Vorjahr um 0,5 % gesunken. Diesel-Pkw haben sich nicht verändert. Benzin-Pkw weisen – über die Flotte gerechnet (Bestand plus Neuzulassungen) – mittlerweile einen niedrigeren (1,2 g) spezifischen Verbrauch auf als Diesel-Pkw, da in den letzten Jahren mehr größere und stärkere dieselmotriebene Fahrzeuge zugelassen wurden und so der Verbrauchsvorteil gegenüber Benzinern kompensiert wird. So zeigt auch die Verteilung der Neuzulassungen nach Leistungsklassen, dass Diesel-Pkw gegenüber Benzin-Pkw in den höheren Motorleistungsklassen vorherrschen.

Der Verbrauch je Kilometer von Kleintransportern (LNF) hat sich gegenüber dem Vorjahr um 0,1 g verschlechtert. Lkw, Sattelzüge und Busse verbrauchen im Schnitt um 0,5 % weniger als im Vorjahr.

Realverbrauch versus Herstellerangaben

Laut realen Verbrauchsmessungen wurde der durchschnittliche Benzin-Pkw zwischen 1990 und 2019 um rund 23 % effizienter, der Diesel-Pkw um rund 12 %. Realverbrauch und Herstellerangaben klaffen mittlerweile weit auseinander. Gemäß Herstellerangaben wurden Benzin-Pkw seit 2000 (Beginn des CO₂-Monitorings und der Herstellerangaben) um 27 % effizienter, Diesel-Pkw um rund 18 %. Diese Werte beziehen sich jedoch auf Verbrauchseinsparungen im Testzyklus.

Differenz Real- zu NEDC-Verbrauch

Im bis September 2017 gültigen NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus) lag die Divergenz 2017 bei rund 38 % (die Abweichung ist bei Diesel-Pkw größer als bei

Benzin-Pkw). Durch den seit September 2017 gültigen WLTC⁴⁶ wird von einer Annäherung zwischen Typprüfverbrauch und Realverbrauch um 20 % ausgegangen. Die Reduktion der Divergenz zwischen Realverbrauch und Typprüfwert in der Flotte hängt nun stark davon ab, wie schnell die nach WLTC gemessenen Fahrzeuge die Flotte durchdringen.

Diese Divergenz ist unter dem NEFZ über die Jahre immer größer geworden. Der Anstieg ist durch folgende Punkte erklärbar:

- Prüfzyklus (NEDC), der reales Fahren auf der Straße schlecht abbildet (zu wenig dynamisch, zu geringe Durchschnittsgeschwindigkeit, zu geringe Maximalgeschwindigkeit etc.),
- verstärkte Ausnützung von Toleranzen bei der Durchführung der Typprüfung,
- steigende Marktanteile von Fahrzeugen mit Klimaanlage,
- Einführung von Start/Stop-Systemen in den letzten Jahren, deren Einfluss in der Typprüfung gegenüber dem realen Fahrverhalten überbewertet wird.

realistischerer WLTC- Testzyklus

Unter dem Dach der Vereinten Nationen (UNECE) wurde an einem neuen einheitlichen Testzyklus zur Ermittlung realistischer Kraftstoffverbrauchs- und Emissionswerte von Autos gearbeitet. Der WLTC hat den bisher gültigen, bei Weitem weniger anspruchsvollen NEFZ-Zyklus im September 2017 für Euro-6-Zertifizierungen EU-weit abgelöst. Auch in anderen Teilen der Welt wird das Testverfahren, teilweise in modifizierter Form, eingeführt.

Der neue WLTC-Zyklus wurde anhand weltweit gesammelter Fahrdaten entwickelt und deckt Fahrsituationen vom Innenstadtverkehr bis hin zu Autobahnfahrten ab. So ist dieser im Gegensatz zum NEFZ wesentlich dynamischer. Er umfasst deutlich mehr Beschleunigungs- und Bremsvorgänge und berechnet höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten und weniger Stillstandzeiten, wodurch es durch Stopp-Start-Systeme zu geringeren Verbrauchseinsparungen kommt. Daneben werden noch weitere emissionsbeeinflussende Themen, wie Reifendruck, Umgebungstemperatur des zu vermessenden Fahrzeuges etc. behandelt. All diese Verbesserungen sollen das Emissionsverhalten neuer Fahrzeuge realistischer abdecken.

RDE-Prüfkriterium

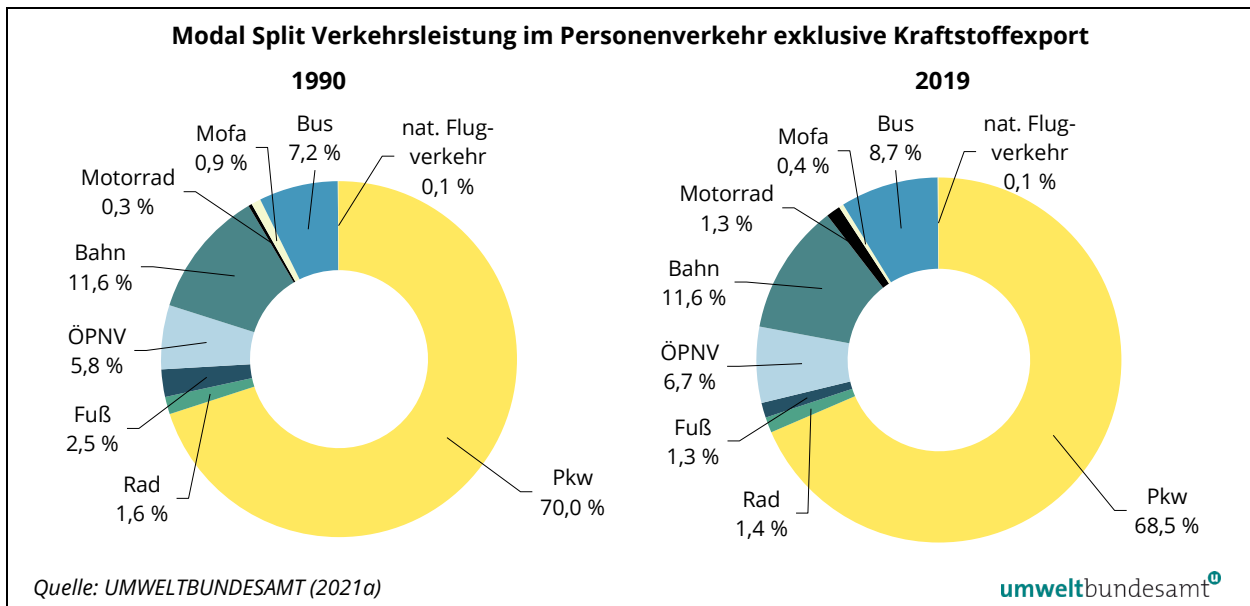
In der EU wird mit dem neuen Prüfzyklus zusätzlich ein weiteres Prüfkriterium eingeführt. Die Fahrzeuge müssen neben dem Test auf dem stationären Rollprüfstand auch auf der Straße unter annähernd realen Fahrbedingungen bestehen (RDE – real driving emissions, mit einem portablen Emissionsmessgerät gemessen). Hierbei gibt es NTE-Höchstwerte („not to exceed limits“), allerdings nur für Stickstoffoxide und Partikelanzahl, für Kohlenstoffdioxid gibt es derzeit noch keine Beschränkungen.

⁴⁶ Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle

Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr Inland (exklusive Kraftstoffexport)

Die gesamte Verkehrsleistung im Personenverkehr über alle Verkehrsmodi hat von 1990 bis 2019 von 76,7 Mrd. auf 115,3 Mrd. Personenkilometer (+ 50 %) zugenommen. Sowohl 1990 als auch 2019 wurde der Großteil der Personenkilometer mit dem Pkw zurückgelegt (siehe Abbildung 68).

Abbildung 68: Modal Split Verkehrsleistung im Personenverkehr Inland (exklusive Kraftstoffexport und internationaler Flugverkehr), 1990 und 2019.



Im gleichen Zeitraum hat der Anteil des Umweltverbundes (öffentlicher Personen-Nahverkehr, Bus, Bahn, Rad und Fußwege) am Modal Split im Personenverkehr um rund 0,6 % abgenommen. Eine leichte Steigerung des Modal Split-Anteils verzeichnen neben dem Pkw nur der Personen-Nahverkehr (ÖPNV) und Motorräder.

nationaler Flugverkehr

Auf den nationalen Flugverkehr⁴⁷ entfielen 2019 rund 120 Mio. Personenkilometer. Dieser geringe Anteil am Modal Split veränderte sich gegenüber 1990 nicht. Der grenzüberschreitende Flugverkehr, der nicht in die österreichischen Gesamtemissionen eingerechnet wird, weist jedoch bei der Verkehrsleistung einen sehr starken Anstieg auf (rund 480 % seit 1990).

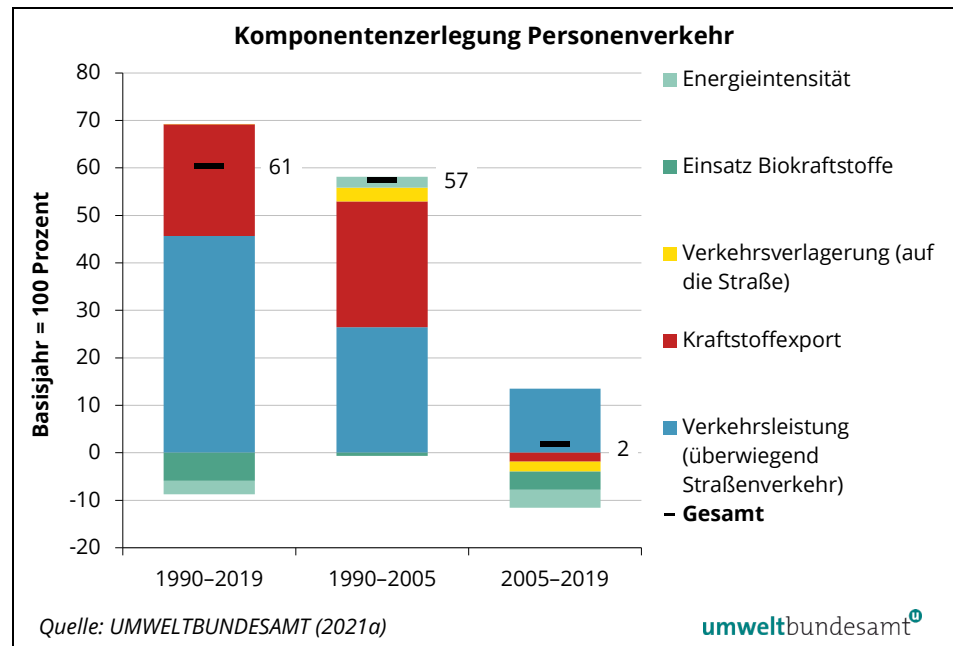
3.2.1.2 Komponentenerlegung

Die anteilmäßige Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionsentwicklung im Bereich des Personenverkehrs wird nachfolgend analysiert. Anhand der Methode der Komponentenerlegung werden die Emissionen der Jahre 1990, 2005 und 2019 miteinander verglichen.

⁴⁷ Flüge mit Start und Landung innerhalb Österreichs

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 69:
Komponentenzerlegung
der CO₂-Emissionen aus
dem Personenverkehr.



Einflussfaktoren	Definitionen
Verkehrsleistung (überwiegend Straßenverkehr)	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden im Inland zurückgelegten Personenkilometer (Pkw, Bus, Mofa, Motorrad, Bahn, öffentliche Verkehrsmittel, Rad, zu Fuß und Flugzeug national) von 77 Mrd. Pkm (1990) auf 98 Mrd. Pkm (2005) und 115 Mrd. Pkm (2019) ergibt. Die Pkm werden im Jahr 2018 überwiegend mit Pkw zurückgelegt (rund 69 %).
Kraftstoffexport	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des in Österreich getankten, aber im Ausland verbrauchten Treibstoffes im Pkw-Verkehr ergibt. 1990 war der Kraftstoffexport annähernd Null und fällt erst seit den 90er-Jahren ins Gewicht. Die CO ₂ -Emissionen aus dem im Ausland verbrauchten Treibstoff durch Pkw beliefen sich 2019 auf 2,7 Mio. Tonnen.
Verkehrsverlagerung (auf die Straße)	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils des Straßenverkehrs (Pkw, Bus, Mofa, Motorrad) an den gesamten im Inland zurückgelegten Personenkilometern (Pkw, Bus, Mofa, Motorrad, Bahn, öffentliche Verkehrsmittel, Rad, zu Fuß und Flugzeug national) von 78,5 % (1990) auf 78,5 % (2019) ergibt, wobei sich der Anteil seit 2005 (mit 80,6 %) geringfügig reduziert hat.
Energieintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenen Energieverbrauchs pro Straßenpersonenkilometer in Österreich von 1.966 kJ/Pkm (1990) und 1.917kJ/Pkm (2019) ergibt, wobei der Energieverbrauch seit 2005 (mit 2.008 kJ/Pkm) wieder deutlich gesunken ist. Der Indikator misst, wieviel CO ₂ infolge des Treibstoffverbrauchs im Verhältnis zur Personenverkehrsleistung ausgestoßen wird und ist ein Maß für Fahrzeugtechnik, Kauf- und Fahrverhalten sowie Fahrzeugauslastung bzw. Besetzungsgrad. Wie bereits beschrieben (spezielle Verbrauchswerte von Kfz), weichen die realen Verbrauchswerte stark von jenen des Typprüfzyklus ab.

Einflussfaktoren	Definitionen
Einsatz Biokraftstoffe	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der gesunkenen CO ₂ -Emissionen pro verbrauchte Treibstoffeinheit im Straßenpersonenverkehr in Österreich von 73,3 Tonnen/TJ (1990) auf 72,8 Tonnen/TJ (2005) und 69,5 Tonnen/TJ (2019) ergibt. Dieser Effekt ist auf die Substitutionsverpflichtung mit Biokraftstoffen zurückzuführen.

3.2.1.3 Güterverkehr

emissionsmindernde Faktoren

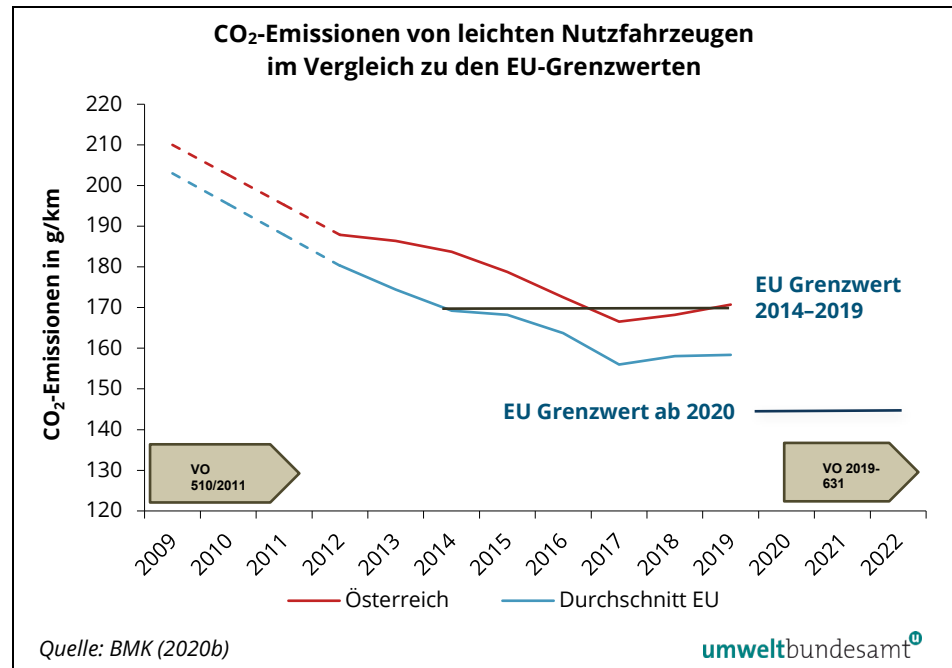
Die Verringerung der Emissionen der **schweren Nutzfahrzeuge**, deren Flotte zum Großteil mit Diesel betrieben wird, ist vor allem auf technologische Effizienzsteigerungen sowie Maßnahmen, wie die Erhöhung der Auslastungsgrade, Optimierung von Transportrouten und Bündelungseffekte, zurückzuführen. Einen emissionsmindernden Einfluss hat auch in dieser Fahrzeugkategorie der Einsatz von Biodiesel, welcher in der Österreichischen Luftschadstoffinventur CO₂-neutral bilanziert wird. Neben der Beimengung von Biodiesel zu fossilem Diesel ist bei schweren Nutzfahrzeugen speziell der Einsatz von pur verfahrenem Biodiesel und Pflanzenöl zu erwähnen. All diese Faktoren verringern die CO₂-Emissionen pro Tonnenkilometer.

Begrenzung der CO₂-Emissionen

Für **leichte Nutzfahrzeuge** (LNF) wurde 2011 die Verordnung (EU) Nr. 510/2011 vom Europäischen Parlament und Rat beschlossen, welche Anforderungen an die CO₂-Emissionsleistung neuer leichter Nutzfahrzeuge festlegt. Sie folgt dabei analog den Modalitäten und Vorgaben der Pkw-Verordnung zur Begrenzung der CO₂-Emissionen. So wurde der CO₂-Emissionsdurchschnitt für leichte Nutzfahrzeuge ab 2014 auf maximal 175 g/km festgelegt. Ab 2020 darf dieser Emissionswert höchstens 147 g/km für den Flottendurchschnitt eines Herstellers betragen. Gemäß CO₂-Monitoring sind die CO₂-Emissionen von in Österreich im Jahr 2019 neu zugelassenen leichten Nutzfahrzeugen zum zweiten Mal seit Beginn des Monitorings wieder gestiegen – von 168,2 g/km (2018) auf 170,8 g/km (BMK 2020b). Über die gesamte LNF-Flotte gerechnet, lagen die realen durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Kilometer im Jahr 2018 jedoch bei 210,43 g.⁴⁸ Durch die geringere Beimengung von Biokraftstoffen zeigt sich damit sogar ein Anstieg der spezifischen CO₂-Emissionen der NF-Flotte im Vergleich zum Vorjahr.

⁴⁸ RDE (real drive emissions) berücksichtigt; aufgrund der laufenden Implementierung neuester CO₂-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, kann der im Vorjahr berichtete Wert höher/tiefer liegen.

Abbildung 70:
CO₂-Emissionen von
2019 neu zugelassenen
leichten Nutzfahrzeugen
im Vergleich zu den
EU-Grenzwerten.



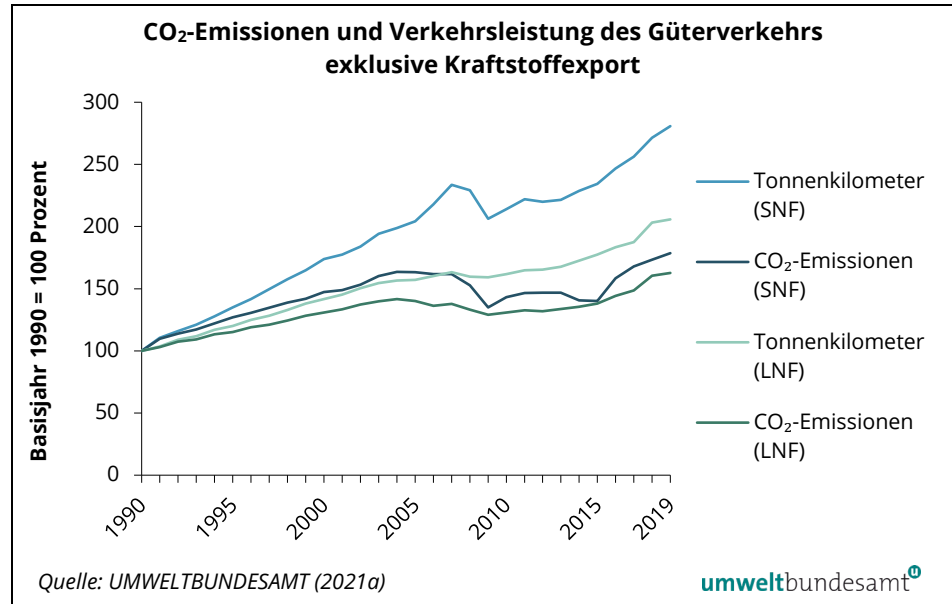
Der Vergleich der CO₂-Emissionsentwicklung neu zugelassener LNF in Österreich mit jenen im EU-Raum wird in Abbildung 70 veranschaulicht. Der EU-Grenzwert für den Gesamtflottendurchschnitt von 175 g/km bis 2017 wird auf EU-Ebene bereits seit 2013 unterschritten.

**emissionsmindernde
Faktoren**

Ebenso wie bei den schweren Nutzfahrzeugen ist auch bei den LNF eine, wenn auch geringere, Entkoppelung der Emissionen von der Transportleistung erkennbar. Ähnliche Faktoren wie bei den schweren Nutzfahrzeugen werden hier schlagend, wenn auch die Auslastung wesentlich schlechter ist als bei schweren Nutzfahrzeugen. Vor allem im KEP-Markt (Kurier-, Express-, Paketdienste) werden Transporter und leichte Nutzfahrzeuge für Paketsendungen eingesetzt und weisen oft sehr heterogene Auslastungsgrade auf. Die Anzahl der Paketsendungen steigt stetig: im Jahr 2019 um rund 13 % (Inlandspakete) bzw. 9 % (Pakete ins Ausland) (RTR 2020).

Abbildung 71 zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen des Güterverkehrs im Vergleich zur Güterverkehrsleistung.

Abbildung 71:
CO₂-Emissionen und Verkehrsleistung des Güterverkehrs in Österreich (exklusive Kraftstoffexport), 1990–2019.

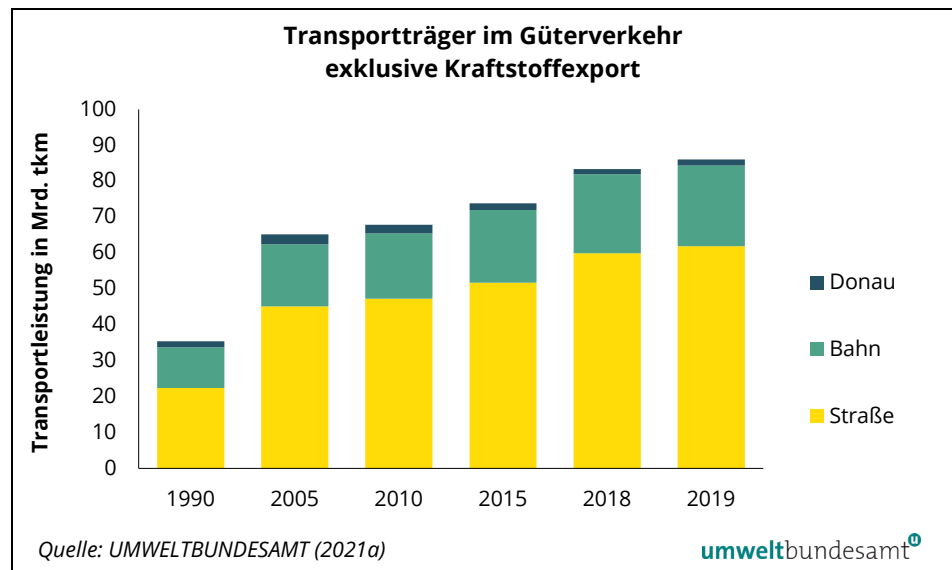


Transportträger im Güterverkehr Inland (exklusive Kraftstoffexport)

starke Zunahme der Transportleistung

Die Transportleistung im Güterverkehr (Straße, Schiene, Binnenschifffahrt, nationaler Flugverkehr) hat von 1990 bis 2018 von 33,8 Mrd. Tkm auf 84,3 Mrd. Tkm zugenommen (+ 149 %) (siehe Abbildung 72). Im Jahr 1990 wurden rund 66 % der Tonnenkilometer auf der Straße zurückgelegt, 2019 waren es rund 73 %. Beim Güterverkehr ist gegenüber 1990 sowohl bei schweren Nutzfahrzeugen als auch bei leichten Nutzfahrzeugen eine Zunahme der Transportleistung im Inland erkennbar. Im gleichen Zeitraum hat sich der relative Anteil der Bahn am Modal Split des gesamten Gütertransportes von 34 % auf 27 % reduziert. Der Anteil des nationalen Güterverkehrs auf der Donau sank zwischen 1990 und 2019 von 0,3 % auf 0,03 %. Der Binnen-Luftfrachtverkehr spielt in Österreich eine untergeordnete Rolle mit einem Modal Split-Anteil von 0,001 %.

Abbildung 72:
Verkehrsleistung nach Transportträgern im Güterverkehr exklusive Kraftstoffexport, 1990–2019.

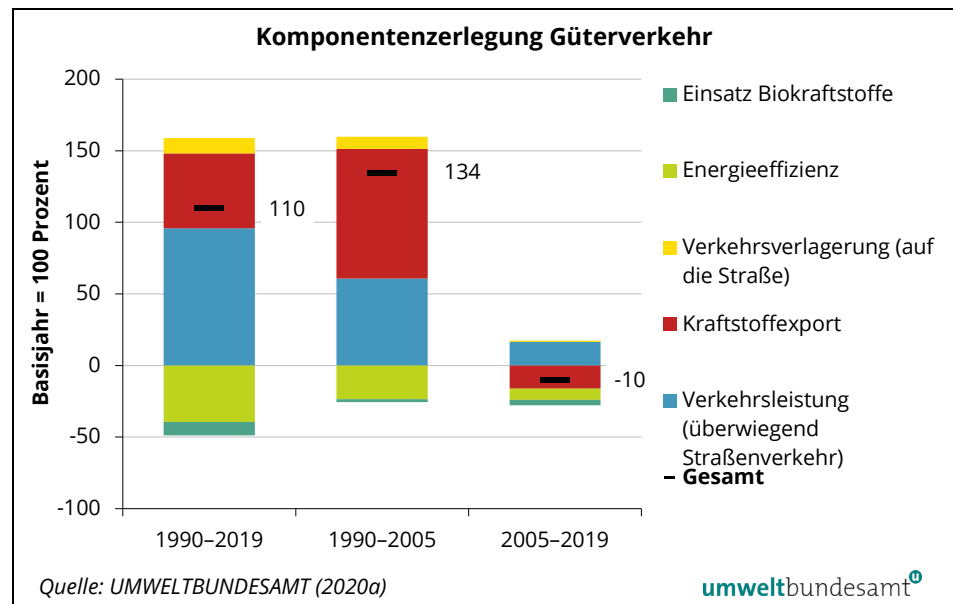


3.2.1.4 Komponentenerlegung

In folgender Komponentenerlegung wird die Wirkung der für den Bereich Güterverkehr ausgewählten Einflussgrößen auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen dargestellt, indem die Emissionen der Jahre 1990, 2005 und 2019 direkt verglichen werden.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 73:
Komponentenerlegung
der CO₂-Emissionen aus
dem Güterverkehr.



Einflussfaktoren	Definitionen
Verkehrsleistung (überwiegend Straßenverkehr)	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden, im Inland zurückgelegten Tonnenkilometer (per LNF, SNF, Bahn, Schiff und Flugzeug national) von 33,9 Mrd. Tkm (1990) auf 62,6 Mrd. Tkm (2005) und 84,3 Mrd. Tkm (2019) ergibt.
Kraftstoffexport	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des Anstiegs des in Österreich gekauften, aber im Ausland verbrauchten Treibstoffes im Straßengüterverkehr ergibt. Die CO ₂ -Emissionen aus dem im Ausland verbrauchten Treibstoff im Straßengüterverkehr sind von 0,9 Mio. Tonnen (1990) auf 3,0 Mio. Tonnen (2019) angestiegen, wobei der Kraftstoffexport seit dem Höchststand im Jahr 2005 (mit 4,6 Mio. Tonnen) wieder deutlich abgenommen hat.
Verkehrsverlagerung (auf die Straße)	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils des Straßenverkehrs (LNF, SNF) an den gesamten im Inland zurückgelegten Tonnenkilometern (LNF, SNF, Bahn, Schiff und Flugzeug national) von 66 % (1990) auf 72 % (2005) und 73 % (2019) ergibt. Hier macht sich v. a. die Abnahme des Modal Split-Anteils der Bahn bemerkbar.
Energieeffizienz	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Energieverbrauchs pro Straßentonnenkilometer in Österreich von 1.967 kJ/Tkm (1990) auf 1.552 kJ/Tkm (2005) und 1.351 kJ/Tkm (2019) ergibt. Diese Entwicklung ist v. a. auf technologische Verbesserungen zurückzuführen.

Einflussfaktoren	Definitionen
Einsatz Biokraftstoffe	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der gesunkenen CO ₂ -Emissionen pro verbrauchte Treibstoffeinheit im Straßengüterverkehr von 73 Tonnen/TJ (1990) auf 72 Tonnen/TJ (2005) und 67 Tonnen/TJ (2019) ergibt. Dieser Effekt ist auf die Substitutionsverpflichtung mit Biokraftstoffen zurückzuführen.

3.2.2 Flugverkehr

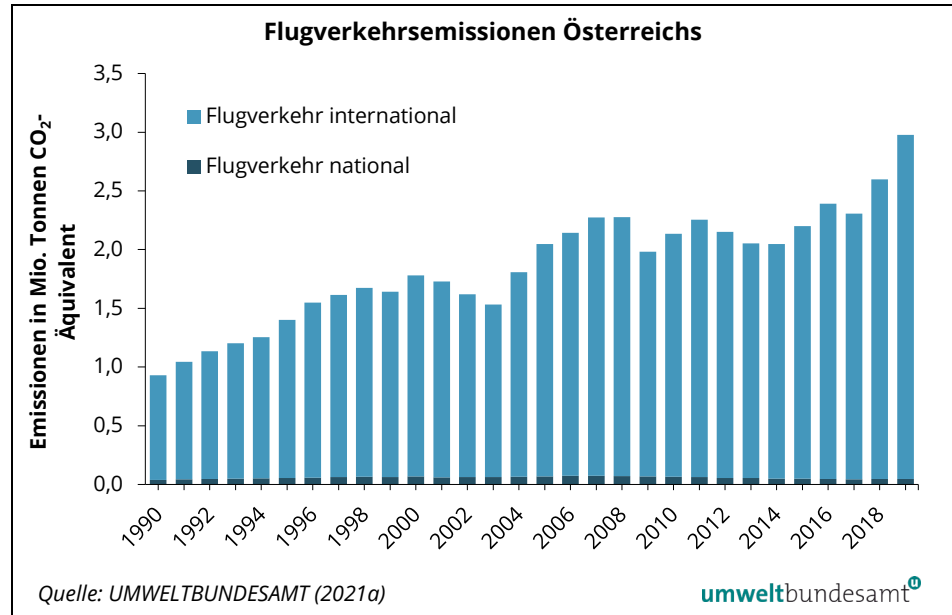
nur Inlandsflüge berücksichtigt

Die Flugverkehrsemissionen werden gemäß internationalen Berichtspflichten⁴⁹ berechnet und berichtet. Das bedeutet, dass nur die inländischen Flüge mit Start und Landung in Österreich den gesamten nationalen Treibhausgas-Emissionen zugerechnet werden. Deshalb betragen die nationalen Flugbewegungen nur einen Bruchteil an den gesamten Treibhausgas-Emissionen Österreichs (rund 0,1 % bzw. 0,05 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2019).

Die Emissionen grenzüberschreitender Flüge mit Start oder Landung in Österreich (der internationale Flugverkehr) werden zwar berechnet, zählen aber nach den Berichtsvorschriften unter Klimarahmenkonvention (bzw. Kyoto-Protokoll) nicht zu den nationalen Gesamtemissionen. Im Jahr 2019 verursachten diese rund 2,9 Mio. Tonnen Treibhausgas-Emissionen und sind im Vergleich zum Vorjahr um rund 15 % gestiegen.

⁴⁹ Die nach internationalen Berichtspflichten berechneten Flugemissionen enthalten keine klimarelevanten Auswirkungen, die in Abhängigkeit von den äußeren Umständen in großer Höhe (ab neun Kilometern über dem Meeresspiegel) aufgrund physikalischen und chemischen Zusammenwirkens mit der Atmosphäre wissenschaftlich belegbar sind. Diese Klimawirksamkeit hängt neben der Flughöhe auch vom Zustand der Atmosphäre zum Durchflugszeitpunkt ab und könnte – vereinfacht gesagt – mit einem Faktor als Aufschlag auf die direkten Flugverkehrsemissionen eingerechnet werden. Dieser Faktor beschreibt eine zusätzliche CO₂-Wirksamkeit als Änderung der Energiebilanz im System Erde – Atmosphäre, verursacht durch eine Störung, wie beispielsweise Treibhausgas-Emissionen des Flugverkehrs eine solche darstellen. Innerhalb einer Spannbreite, beginnend bei 1 (nicht berücksichtigte Auswirkungen), über 2,7 (IPCC-gemittelter Schätzwert für alle Kurz- und Langstreckenflüge) bis hin zu 4 (obere Grenze nach IPCC) werden unterschiedliche Faktoren mit unterschiedlichen Überlegungen, Unsicherheiten und Begründungen angenommen (IPCC 1999, FISCHER et al. 2009).

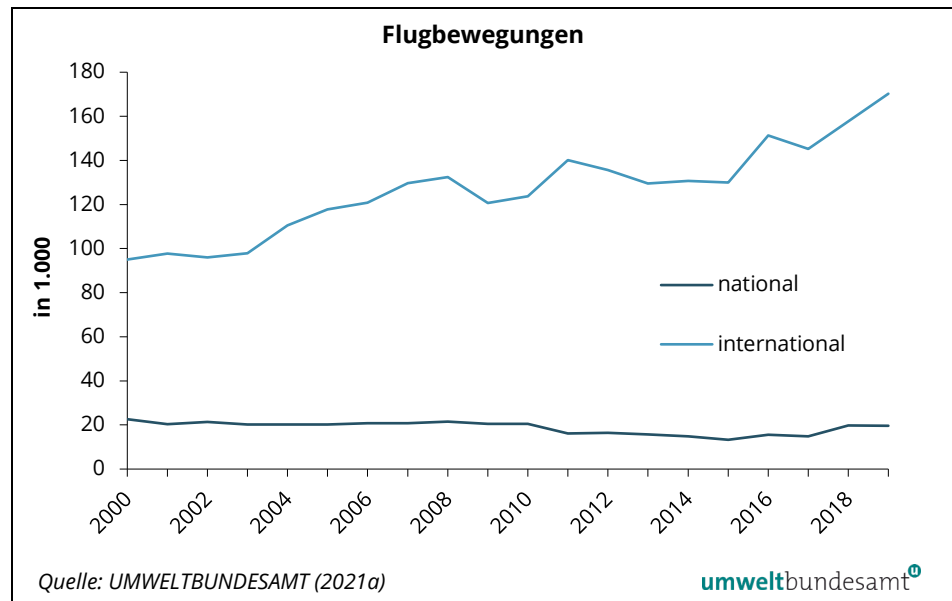
Abbildung 74:
Treibhausgas-Emissionen des Flugverkehrs, 1990–2019.



Die Emissionen der innereuropäischen Flüge sind seit 2012 über den Europäischen Emissionshandel (ETS) geregelt (siehe auch Kapitel 1.4.1.4).

Die Anzahl der Flugbewegungen des nationalen und internationalen Flugverkehrs korrelieren mit den Trends der Treibhausgase. Während die Flugbewegungen national seit 2000 einen leicht abnehmenden Trend zeigen (- 13 %), ist die Anzahl der Flugbewegungen des internationalen Flugverkehrs von rund 95.000 im Jahr 2000 auf rund 170.000 Flugbewegungen im Jahr 2019 gestiegen. Dies entspricht einer relativen Zunahme von rund 79 %.

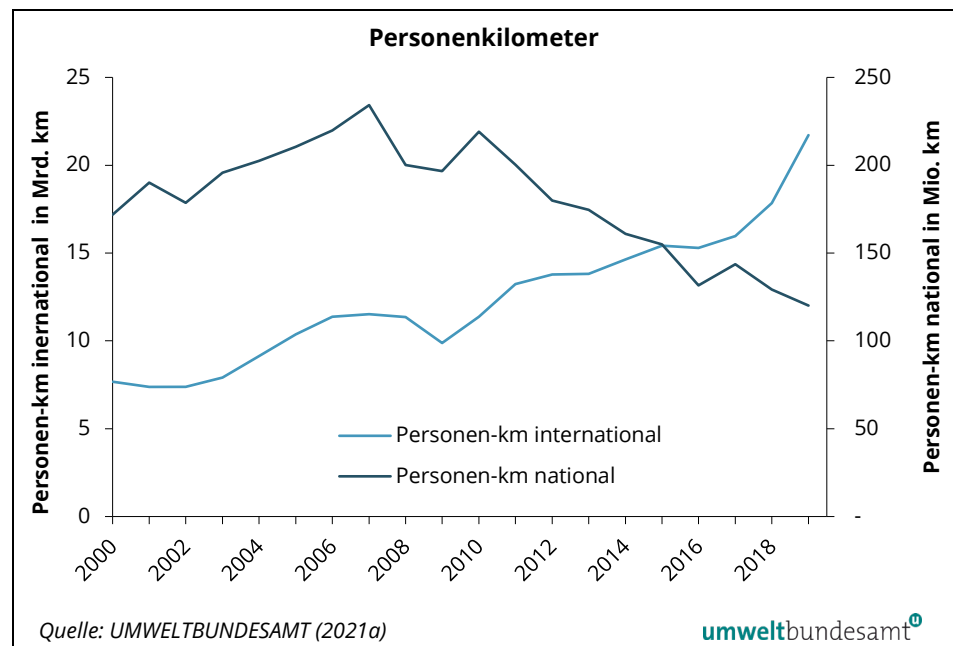
Abbildung 75:
Flugbewegungen national und international, 2000–2019.



Die Personenkilometer im nationalen Flugverkehr haben von 2000 bis 2019 um rund 30 % abgenommen. Der Grund für die stärkere Abnahme der Personenkilometer im Vergleich zu den Flugbewegungen ist trotz der Zunahme des Besetzungsgrades (24 Personen/Flug im Jahr 2000 und 28 Personen/Flug im Jahr 2019) auf die Abnahme der durchschnittlich geflogenen Distanz zurückzuführen. Diese betrug im Jahr 2000 rund 320 km und im Jahr 2019 rund 216 km. International ist der Trend seit 2000 stark ansteigend (+ 183 %), mit einem Einbruch im Jahr 2009, welcher auf die Wirtschaftskrise in diesem Jahr zurückzuführen ist. Die Auslastung bzw. der Besetzungsgrad hat im internationalen Flugverkehr von 82 auf 104 Personen pro Flug zugenommen. Die durchschnittliche Flugdistanz von Österreich abgehend in den internationalen Flugraum hat sich von rund 980 km auf rund 1200 km erhöht.

Die Energieintensität (Energieeinsatz pro Flugkilometer) ist im internationalen Flugverkehr mit 47 kWh pro Flugkilometer um rund 50 % höher als im nationalen Flugverkehr. Dies ist auf die Flottenstruktur zurückzuführen, da im nationalen Flugverkehr vor allem kleinere Maschinen zum Einsatz kommen. Allerdings ist im nationalen Flugverkehr seit 2000 keine wirkliche Effizienzsteigerung zu sehen, da bei derart kurzen Strecken der energieintensive Lande-/Start-Anteil einen wesentlichen Beitrag zum Energieverbrauch leistet. Im Gegensatz dazu ist im internationalen Flugverkehr seit 2000 eine Effizienzsteigerung von rund 23 % zu sehen.

Abbildung 76:
Personenkilometer des
Flugverkehrs
2000–2019.



Ansätze zur Emissionsreduktion

Der internationale Dachverband der Fluggesellschaften IATA (International Air Transport Association) hat 2009 eine "Emissionsstrategie" mit drei Zielen und einem Vier-Säulen-Aktionsplan im Konsens mit den Luftfahrtbetreibern beschlossen. Diese drei Ziele sind:

- Eine durchschnittliche Verbesserung der Kraftstoffeffizienz um 1,5 % pro Jahr von 2009 bis 2020
- Eine Obergrenze für die CO₂ Emissionen ab 2020 (CO₂-neutrales Wachstum)
- Eine Reduzierung der CO₂ Emissionen bis 2050 um 50 % im Vergleich zu 2005

Die IATA setzt zur Erreichung dieser Ziele ein starkes Engagement aller Interessengruppen voraus. Alle Interessengruppen sollen über die vier Säulen der Strategie der Luftfahrtindustrie zusammenarbeiten:

- verbesserte Technologie, einschließlich des Einsatzes nachhaltiger Kraftstoffe in der Luftfahrt
- effizienterer Flugzeugbetrieb
- Infrastrukturverbesserungen, einschließlich modernisierter Flugverkehrsmanagementsysteme
- eine einheitliche globale marktbasierende Maßnahme, um die verbleibende Emissionslücke zu schließen

Große Hoffnungen setzt die IATA dabei in das globale Kompensationssystem CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation), das nach Beschluss der UN-Luftfahrtorganisation ICAO implementiert wurde. Die Airlines der ICAO-Mitgliedsländer sollen dann Projekte finanzieren, mit denen die von ihnen gegenüber dem Basisjahr 2020 zusätzlich ausgestoßenen CO₂-Emissionen an anderer Stelle eingespart werden. So soll das CO₂-neutrale Wachstum erreicht werden.

3.3 Sektor Gebäude

Sektor Gebäude			
THG-Emissionen 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquivalent)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
8,1	10,2 %	+ 3,0 %	- 36,8 %

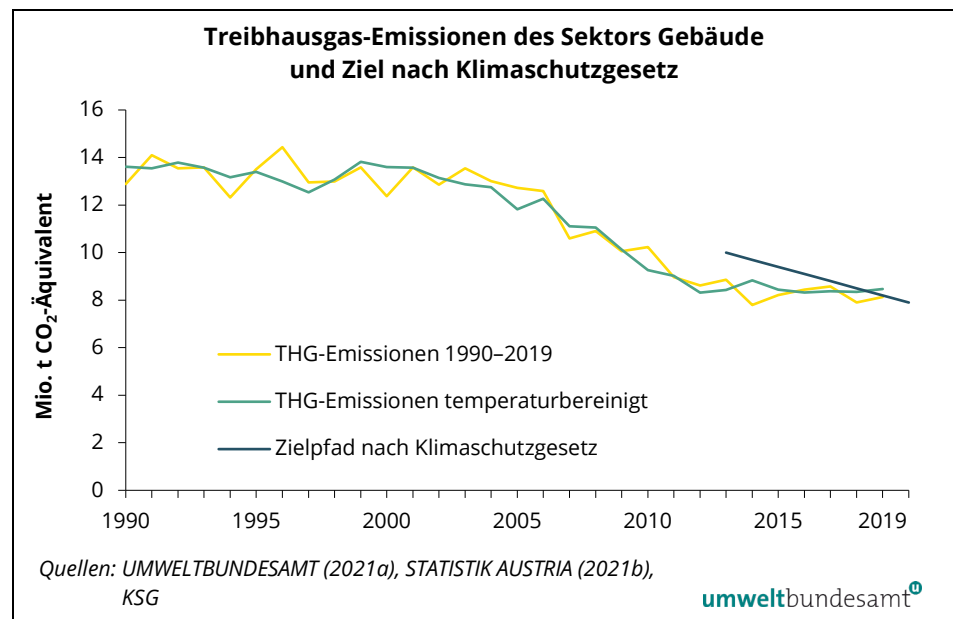
Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude betragen im Jahr 2019 rund 8,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren damit für 10,2 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich.

Im Zeitraum 1990 bis 2005 haben sich die sektoralen Treibhausgas-Emissionen um rund 0,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (- 1,2 %) verringert. Zwischen 2005 und 2019 konnten sie um weitere rund 4,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (- 36,0 %) reduziert werden. Seit 1990 sind sie insgesamt um rund 4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (- 36,8 %) gesunken, jedoch sind sie ab 2014, dem Jahr mit der geringsten jährlichen Emissionsmenge, bis 2019 um rund 0,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (+ 4,4 %) angestiegen. Zuletzt kam es von 2018 auf 2019 zu einer Emissionszunahme von rund 0,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (+ 3,0 %).

Im Jahr 2019 lagen die Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude um 0,1 Mio. Tonnen unterhalb der Emissionshöchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz (Ziel für 2019: 8,2 Mio. Tonnen).

Abbildung 77:
Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude, 1990–2019, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



Hauptverursacher

Der Sektor Gebäude verursacht Emissionen der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas. Diese stammen größtenteils aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Die wichtigsten Verursacher sind private Haushalte, deutlich vor den öffentlichen und privaten Dienstleistungen (öffentliche Gebäude, Bürogebäude, Hotellerie, Krankenhäuser etc.). Aber auch die Emissionen aus mobilen Quellen der Haushalte werden hier berücksichtigt.

Von 1990 bis 2019 war bei Privathaushalten inklusive mobiler Quellen mit 36,3 % sowie im Dienstleistungsbereich mit 39,0 % ein deutlicher Rückgang der Treibhausgas-Emissionen zu verzeichnen (UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Tabelle 15: Hauptverursacher der Emissionen des Sektors Gebäude (in 1.000 t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Hauptverursacher	1990	2018	2019	Veränderung 2018-2019	Veränderung 1990-2019	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2019
Privathaushalte (stationär und mobil)	10.568	6.523	6.727	+ 3,1 %	- 36,3 %	8,4 %
Privathaushalte (stationär)	10.378	6.409	6.615	+ 3,2 %	- 36,3 %	8,3 %
Privathaushalte (mobil)	190	114	112	- 2,4 %	- 41,2 %	0,1 %
Öffentliche und private Dienstleistungen	2.313	1.375	1.412	+ 2,6 %	- 39,0 %	1,8 %

Einflussfaktoren

Seit 1990 haben die Treibhausgas-Emissionen um 36,8 % (4,7 Mio. Tonnen) abgenommen. Die Ursachen sind neben verbesserter Energieeffizienz der Gebäude (thermische Sanierung, energieeffizienter Neubau) hauptsächlich die Verdrängung von Kohleheizungen aus dem Bestand und die fortschreitende Verlagerung von Heizöl in Richtung Erdgas, Biomasse, Fernwärme und Wärmepumpen.

Der Einsatz von Strom und Fernwärme im Sektor Gebäude verursacht Treibhausgas-Emissionen im Sektor Energie und Industrie. Zu beachten ist, dass bei Umstellung von fossilem Brennstoffeinsatz (Reduktion von Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gebäude) auf Fernwärme und Strom – in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Aufbringung dieser leitungsgebundenen Energieträger – zusätzliche Treibhausgas-Emissionen im Sektor Energie und Industrie bilanziert werden.

Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen), Solarthermie und Reaktionswärme zählen zu den erneuerbaren Energieträgern und verursachen keine direkten Treibhausgas-Emissionen im Betrieb bzw. im Sektor Gebäude. Zu beachten ist, dass bei der Nutzung von Geothermie und Umgebungswärme (für Wärmepumpen) sowie in geringerem Ausmaß auch bei anderen klimaschonenden, modernen Heizsystemen Treibhausgas-Emissionen durch den mit dem Betrieb verbundenen Stromverbrauch (Regelung, Pumpen, Ventilatoren, automatische Brennstoffzufuhr, Ascheentfernung und Kesselreinigung, Abgasreinigung, Verdichterantrieb bei Wärmepumpen) potenziell im Sektor Energie und Industrie entstehen.

Auch die zunehmend mildere Witterung trägt zur Emissionsreduktion seit 1990 bei (sinkender Trend der Heizgradtage).

Emissionserhöhende Faktoren sind das Bevölkerungswachstum, das zu mehr Neubau im Wohnbau (siehe Kapitel 3.3.1) und im Dienstleistungssektor führt, und die langfristig gestiegene Nutzfläche pro Person.

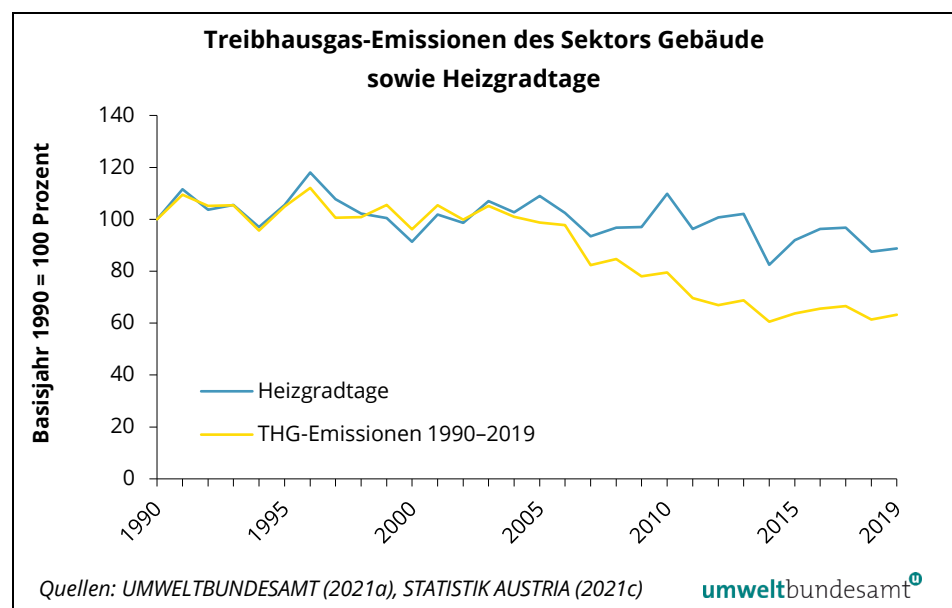
Heizgradtage

**Heizperiode
beeinflusst
Energieeinsatz**

Der Energieeinsatz für die Raumwärme während der Heizperiode ist witterungsabhängig. Der Brennstoffeinsatz und die Emissionen sind stark von der Dauer und Intensität der Heizperioden im jeweiligen Kalenderjahr geprägt. Ein gängiger Indikator für diesen Einflussfaktor ist die Jahressumme der Heizgradtage (HGT_{20/12} gemäß ÖNORM B 8110-5).

Die Jahressumme der Heizgradtage 2019 ist gegenüber dem Vorjahr um 1,4 % angestiegen und lag um rund 13,3 % unter dem langjährigen Mittelwert oder um rund 11,2 % unter dem Wert von 1990. Das Jahr 2019 war das historisch drittwärmste Jahr seit Beginn der Datenerfassung 1980 (bis inklusive 2019) (STATISTIK AUSTRIA 2021c).

Abbildung 78:
Treibhausgas-Emissionen des Sektors Gebäude im Vergleich zu den Heizgradtagen, 1990–2019.



Die Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gebäude folgen u. a. dem Einfluss der wechselnden Witterung auf den Einsatz fossiler Brennstoffe. Von 2005 bis 2011 sank der Treibhausgas-Emissionsindex gegenüber der Entwicklung der Heizgradtage infolge steigender Anteile erneuerbarer Energieträger, Strom und Fernwärme am Energieträgermix sowie von Verbesserungen der thermischen Gebäudequalität deutlich stärker ab. Danach ist dieser Effekt nur mehr gering ausgeprägt bzw. nicht mehr eindeutig erkennbar. Der Index der jährlichen Emissionen verlief zuletzt weitgehend parallel zu den Heizgradtagen (siehe Abbildung 78).

Energieeinsatz

Der gesamte Energieeinsatz 2019 zeigt gegenüber 1990 eine langfristige Zunahme von rund 21 %. Gegenüber dem Vorjahr 2018 wurde u. a. aufgrund kühlerer Außentemperaturen während der Heizperiode ein Anstieg um 2,6 % verzeichnet.

Fossile Brennstoffe Der Einsatz fossiler Brennstoffe stieg gegenüber dem Vorjahr (Öl + 0,9 %, Gas + 4,7 % und Kohle + 2,8 %). Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Öl (– 49 %) und Kohle (– 97 %) gesunken, der Einsatz von Gas hingegen angestiegen (+ 63 %).

Der Anteil von Gas an den eingesetzten Energieträgern ist auf 19,1 % (2018: 18,7 %) gestiegen (u. a. Einsatz von Gas-Brennwertgeräten im Neubau), der Anteil von Öl ist auf 12,1 % (2018: 12,3 %) gesunken. Kohle und sonstige Brennstoffe (brennbare Abfälle, Torf) weisen mit 0,2 % nur noch einen verschwindend geringen Anteil am sektoralen Energieträgermix auf.

Biomasse und Fernwärme Der Einsatz von Biomasse (+ 2,6 %) und Fernwärme (+ 1,8 %) folgte ebenfalls dem Trend der Heizgradtage im gesamten Jahr 2019. Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Biomasse (+ 24 %) und Fernwärme (+ 181 %) angestiegen.

Der Anteil von Biomasse an den eingesetzten Energieträgern ist auf 19,0 % (2018: 18,9 %) gestiegen, der Anteil von Fernwärme leicht auf 15,5 % (2018: 15,7 %) gesunken.

Tabelle 16: Endenergieeinsatz im Sektor Gebäude (in TJ) (Quellen: UMWELTBUNDESAMT 2021a, STATISTIK AUSTRIA 2020d).

Jahr	Öl	Kohle	Gas	Biomasse	Strom*	Fernwärme*	Umgebungs- wärme etc.**	Gesamt***
1990	93.451	27.578	46.093	60.457	73.412	21.798	2.239	326.143
2005	92.796	4.687	88.876	61.791	103.451	43.050	7.042	402.771
2018	47.305	793	71.714	72.776	109.884	60.118	21.435	384.120
2019	47.735	815	75.092	74.674	111.592	61.213	22.707	393.928
2018–2019	+ 0,9 %	+ 2,8 %	+ 4,7 %	+ 2,6 %	+ 1,6 %	+ 1,8 %	+ 5,9 %	+ 2,6 %
1990–2019	– 49 %	– 97 %	+ 63 %	+ 24 %	+ 52 %	+ 181 %	+ 914 %	+ 21 %

* Emissionen durch die Stromerzeugung sowie die Fernwärmeerzeugung werden dem Sektor Energie und Industrie zugerechnet.

** Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen), Solarthermie und Reaktionswärme

*** inklusive Sonstige Brennstoffe (brennbare Abfälle, Torf)

Strom Der Stromeinsatz umfasst neben der Nutzung für Raumwärme und Warmwasser (d. h. für Strom-Direktheizung, Wärmepumpen, Brauchwasserbereitung, Regelung und Betrieb von Heizungen inklusive Lüftung und Wärmerückgewinnung) und Klimatisierung auch andere Nutzungen (z. B. Kochen, Kühlen und Gefrieren, Beleuchtung, EDV, Haushaltsgeräte, elektrische Antriebe, Ladeprozesse für Akkumulatoren, Prozesswärme und Elektrochemie).

Der Stromeinsatz im Sektor Gebäude stieg im Jahr 2019 um 1,6 % gegenüber dem Vorjahr an (+ 0,3 % für den Dienstleistungssektor, + 2,4 % für Privathaushalte).

Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Strom (+ 52 %) angestiegen, wobei im Dienstleistungssektor der Zuwachs bei 41 % und bei Privathaushalten bei 60 % liegt.

Der Stromeinsatz im Sektor Gebäude hat im Jahr 2019 mit 28,3 % (2018: 28,6 %) den größten Anteil an den eingesetzten Energieträgern.

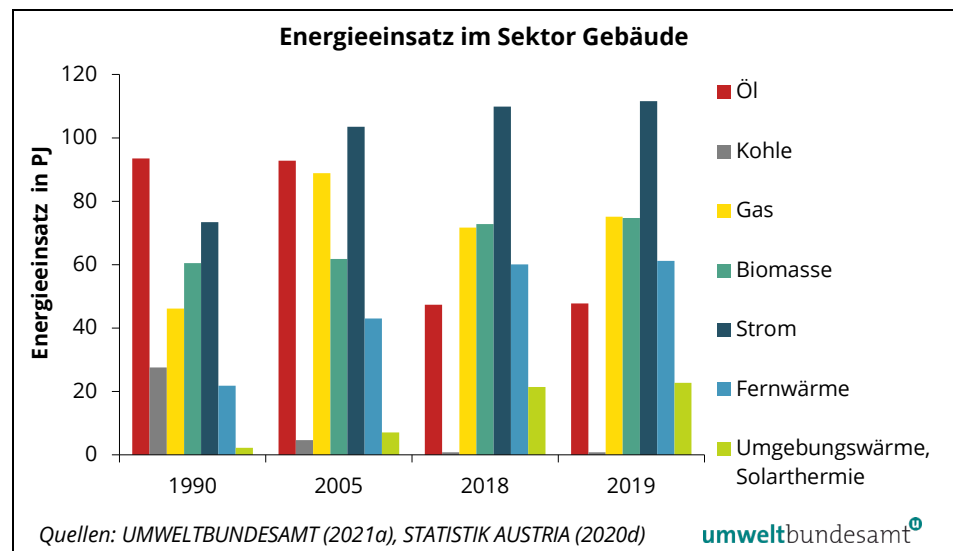
Im Dienstleistungssektor ist Strom mit 40,6 % der dominante Energieträger. Etwa ein Fünftel davon wurde 2019 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet.

Bei den Privathaushalten liegt der Stromanteil mit 23,6 % knapp hinter der Biomasse an zweiter Stelle. Etwa ein Drittel davon wurde 2019 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet.

Umgebungswärme etc.

Die Nutzung von Umgebungswärme, Solarthermie, Geothermie und Reaktionswärme stieg über den Trend der Heizgradtage hinaus um 5,9 % gegenüber dem Vorjahr an (v. a. durch den Einsatz von Wärmepumpen im Neubau). Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Umgebungswärme etc. um ein Vielfaches (+ 914 %) angestiegen. Der Anteil von Umgebungswärme etc. ist auf 5,8 % (2018: 5,6 %) angewachsen.

Abbildung 79:
Endenergieeinsatz im
Sektor Gebäude.



Mobile Quellen der Haushalte

Rund 3,0 % des Einsatzes von fossilem Öl im Jahr 2019 (2018: 3,1 %) und rund 0,1 % (2018: 0,1 %) der Biomasse entfielen auf Treibstoffe für mobile Quellen der Haushalte. Diese umfassen Geräte mit Nutzung in privaten Haushalten (wie z. B. Rasenmäher, Motorsägen), aber aufgrund der Bilanzierungsregeln auch Geräte für sonstige Dienstleistungen (wie z. B. Pistenraupen und Skidoos).

Erneuerbare Energieträger

Im Sektor Gebäude werden in zunehmendem Maße erneuerbare Energieträger eingesetzt, was sich bei den jährlichen Neuinstallationen von Heizungssystemen seit 1990 widerspiegelt.

Einflussfaktoren

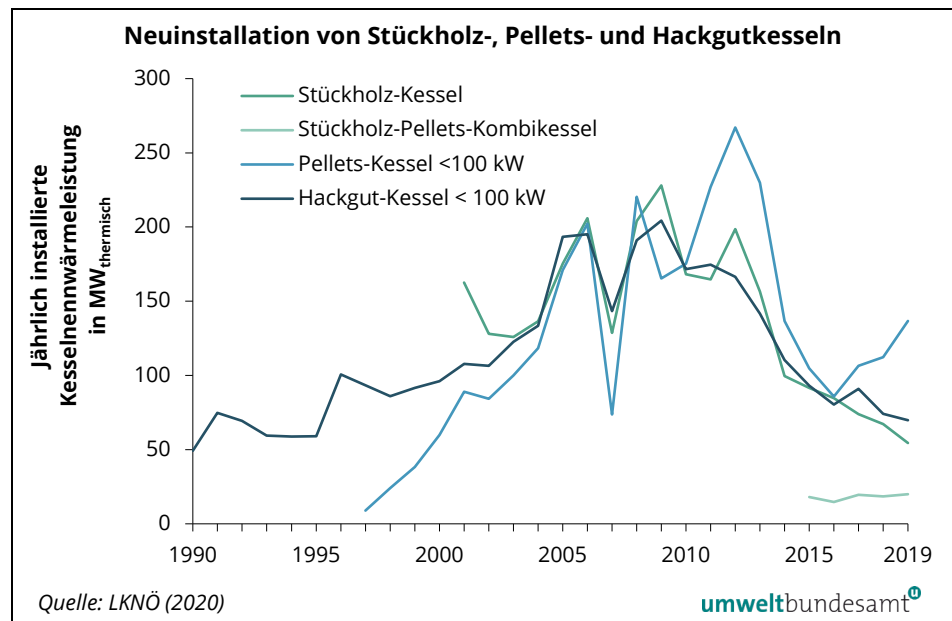
Wichtige Hebel dafür sind die Entwicklung der Investitions- und Betriebskosten und die Ausrichtung von einschlägigen Förderprogrammen. Dazu zählen die

Wohnbauförderungen der Länder, die Förderprogramme des Klima- und Energiefonds, die betriebliche Umweltförderung im Inland, die Sanierungsoffensive (mit Schwerpunkt auf Ersatz fossiler Heizungsanlagen) sowie sonstige Förderprogramme des Bundes, der Länder und der Gemeinden. Die Energiepreisentwicklung und die Sanierungsaktivität sind weitere Einflussfaktoren.

Stückholz, Pellets- und Hackgut-Kessel

Die Verkaufszahlen für neu installierte Heizsysteme für feste biogene Brennstoffe (Zentralheizungen) liegen 2019 im Vergleich zum statistisch erfassten Spitzenwert in den letzten Jahren (2009 Hackgut-Kessel mit unter 100 kW Nennleistung und Stückholz-Kessel, 2012 Pellets-Kessel mit unter 100 kW Nennleistung), weiterhin zwischen einem Viertel bis höchstens etwa der Hälfte. Die Stückholz-Pellets-Kombikessel zeigen sich seit Beginn der Datenerfassung 2015 stabil. Außer bei den Pellets-Kesseln (< 100 kW Nennleistung) zeigen alle Biomassesysteme gegenüber dem Vorjahr 2018 einen stagnierenden bis rückläufigen Trend bei den Neuinstallationen.

Abbildung 80:
Nennleistungen jährlich neu installierter Stückholz-, Pellets- und Hackgutkessel, 1990–2019.



Trendbeschreibung Biomasse-Zentralheizungen

Der Markt für Biomasse-Zentralheizungen zeigte zwischen 2000 und 2006 hohe Wachstumsraten. Der Einbruch der neu installierten Leistung von Heizsystemen für Stückholz und Holzbriketts, Pellets und Hackgut im Jahr 2007 wird u. a. auf den niedrigen Ölpreis sowie eine Brennstoffverknappung und den damit verbundenen starken Preisanstieg bei Pellets zurückgeführt.

Seit dem Zwischenhoch im Jahr 2009 sind neue Heizungen für Stückholz und Holzbriketts (– 76,1 %) bzw. Hackgut (– 65,8 %) stark rückläufig. Der zwischenzeitliche Anstieg von Pellets- und Stückholz-Kesseln bis 2012 steht im Zusammenhang mit vorgezogenen Investitionen nach der Wirtschafts- und Finanzkrise 2009. Weiters tragen steigende Biomassebrennstoffpreise, niedrige Ölpreise und relativ milde Durchschnittstemperaturen zu den zuletzt weiter sinkenden Absatzzahlen bei Biomasse-Zentralheizungen (ausgenommen Pellets-

Kessel und Stückholz-Pellets-Kombikessel) bei. Die Neuinstallationen von Pellets-Kesseln waren im Jahr 2019 gegenüber dem Höchststand 2012 im Ausmaß von 48,8 % geringer.

Die Verkaufszahlen am österreichischen Heizkesselmarkt sind im Jahr 2019 überwiegend abgesunken. Gemessen an der neu installierten Kessel-Nennwärmeleistung beträgt die Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2018 bei Stückholz-Kesseln – 19,0 %, bei Hackgut-Kesseln – 5,8 %, bei Pellets-Kesseln + 21,6 % sowie bei Stückholz-Pellets-Kombikesseln + 7,8 %.

Biomasse-Einzelfeuerstätten

Die Biomasse-Einzelfeuerstätten (Stückholz-Kaminöfen, Pellets-Kaminöfen, Kachelöfen und Heizkamine sowie Biomasse-Herde) werden je nach Dimensionierung der Anlage und Art des Gebäudes als Zusatzheizung oder Hauptheizung eingesetzt. Die Verkaufszahlen für diese Art neu installierter Heizsysteme sind je nach statistischer Datengrundlage (TU WIEN et al. 2020, LKNÖ 2020, REGIONALENERGIE STEIERMARK 2020) hinsichtlich der Stückzahlen unterschiedlich.

- Im Jahr 2019 wurden zwischen 6.400 und 11.000 Stückholz-Kaminöfen oder um rund 13,0 % bzw. 8,3 % weniger als im Jahr 2018 abgesetzt. Seit 2008 beträgt der Rückgang in den Verkaufszahlen 72 % bzw. 52 %.
- Die neu installierten Pellets-Kaminöfen im Jahr 2019 waren mit 1.800 bis 2.100 um rund 8,7 % unter bzw. 5,0 % über dem Absatz im Vorjahr. Seit 2008 beträgt der Rückgang in den Verkaufszahlen 1,7 % bzw. 31,0 %.
- Im Jahr 2019 wurden 13.000 Kachelöfen und Heizkamine, gleich viele wie im Jahr 2018, neu installiert. Seit 2008 sank die Absatzmenge um 10 %.
- Die neu installierten Biomasse-Herde im Jahr 2019 waren mit 2.700 bis 5.500 gleich hoch wie bzw. um rund 2,8 % unter dem Absatz im Vorjahr. Seit 2008 beträgt der Rückgang in den Verkaufszahlen 22,9 % bzw. 25,9 %.

Die neu installierten Biomasse-Einzelfeuerstätten liegen im Jahr 2019 im Bereich zwischen 23.900 und 31.600 Stück. Das entspricht einer Veränderung zum Vorjahr 2018 von rund – 4,5 % bzw. – 3,3 %. Gegenüber dem Beginn der Datenerfassung 2008 sind die Verkaufszahlen um 43,4 % bzw. 34,1 % gesunken.

Trendbestimmende Faktoren

Die rückläufigen Entwicklungen bei Kleinf Feuerungsanlagen für Stückholz und Holzbriketts, Pellets-Kesseln sowie für Hackgut können in Zusammenhang mit relativ niedrigen Ölpreisen, dem hohen Anteil von Wärmepumpen beim Neubau von Einfamilienhäusern bzw. von Fernwärme und Gas bei Mehrfamilienhäusern sowie dem allgemeinen Rückgang der Sanierungstätigkeit (Kesseltausch) gebracht werden.

Die zwischenzeitliche Zunahme neu installierter Pellets-Kessel kann auf Preisveränderungen bei den Energieträgern Öl und Gas und auf Förderprogramme zurückgeführt werden.

Der Trend zum Stückholz-Kaminofen als Zusatzheizung („Wohlfühlöfen“) hat sich gemäß den sinkenden Verkaufszahlen abgeschwächt, ist aber weiterhin in einer relevanten Größenordnung.

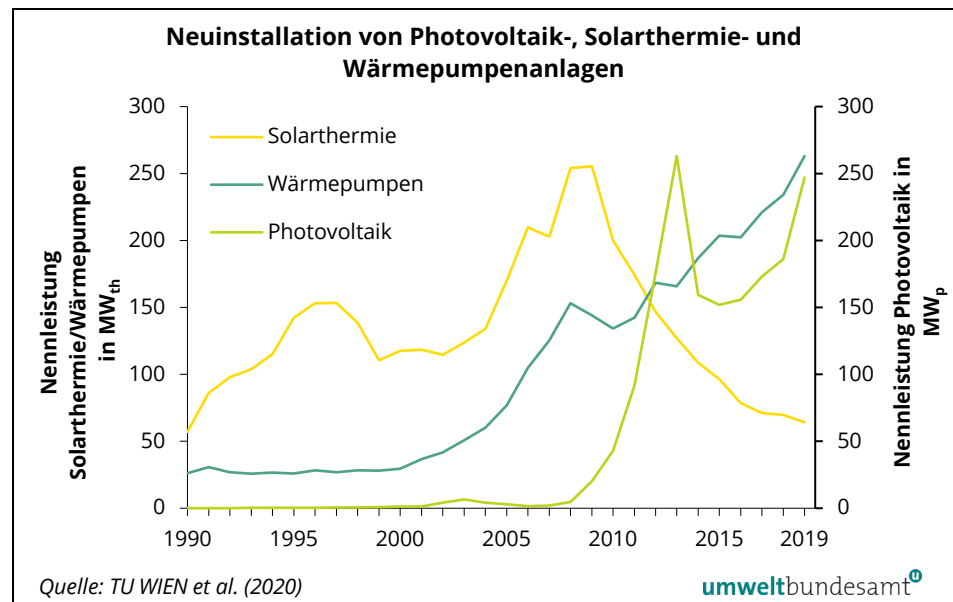
**Photovoltaik,
Solarthermie und
Wärmepumpen**

Die jährlichen Neuinstallationen von Anlagen mit Photovoltaik (PV) sind in den Jahren 2008–2013 extrem stark gestiegen, mit einem Maximum von rund 263 MW_p im Jahr 2013. Dies ist auf die attraktiven Förderbedingungen zurückzuführen. Im Jahr 2019 wurde mit einem starken Anstieg von 32,7 % gegenüber dem Vorjahr 2018 mit 247 MW_p die historisch zweithöchste neu installierte Nennleistung erreicht.

Im Bereich der neu installierten solarthermischen Kollektoren wurde 2009 mit 255 MW_{th} installierter Nennleistung der Höchststand erreicht (+ 348 % gegenüber 1990). Danach zeigt sich bis 2019 ein verflachender, rückläufiger Trend (– 74,9 %) auf das Niveau von 2009. Gegenüber dem Vorjahr nahm die neu installierte Leistung der Solarthermie um 7,9 % ab.

Die Wärmepumpen konnten auch 2019 die hohe neu installierte Nennleistung des Vorjahres übertreffen (+ 12,4 %) und liegen mit 263 MW_{th} um 904,5 % über dem Ausgangswert von 1990.

Abbildung 81:
Nennleistungen jährlich
neu installierter Photo-
voltaik-, Solarthermie-
und Wärmepumpenan-
lagen, 1990–2019.



Energiepreisentwicklung

**Einfluss des Preises auf
den Verbrauch**

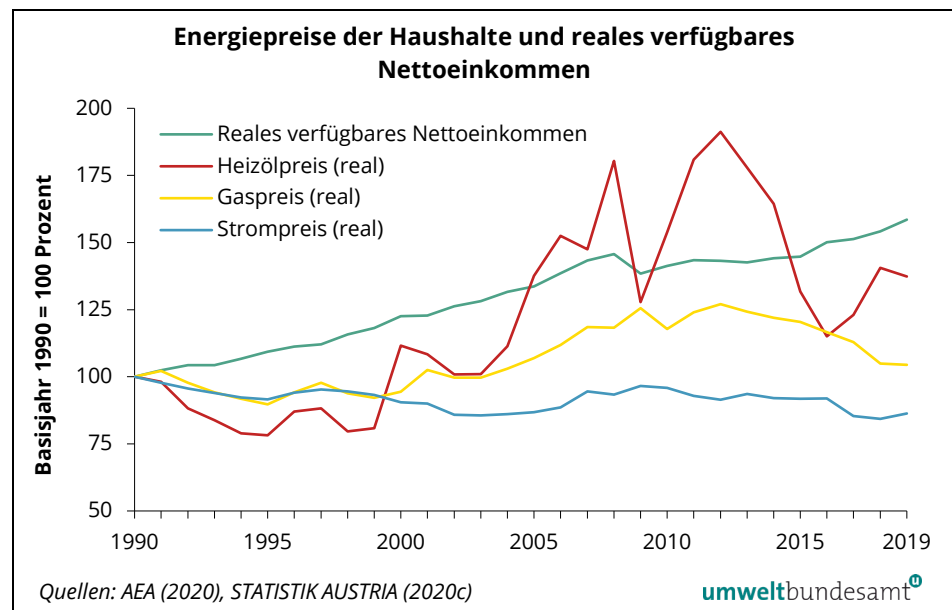
Die Energiepreise (Heizöl, Gas, Biomasse, Fernwärme und Strom) sind wesentliche Einflussfaktoren für den Energieverbrauch der Haushalte und Dienstleistungsbetriebe sowie für die Investitionen in Effizienzverbesserung und erneuerbare Energie. Zwischen 1990 und 2019 sind die Preise für Heizöl, Gas und Strom insgesamt deutlich hinter der Entwicklung des real verfügbaren Nettoeinkommens zurückgeblieben (siehe Abbildung 82).

Der reale Heizölpreis wies im Zeitraum 1990–2019 eine Zunahme von 37,4 % auf, während das real verfügbare Nettoeinkommen in diesem Zeitraum um 58,5 % stieg. Von 2018 auf 2019 ist der Heizölpreis um 2,3 % gesunken, wohingegen sich das real verfügbare Nettoeinkommen leicht erhöht hat (+ 2,8 %).

Nach Preissteigerungen bei Gas von 2003 bis 2012 – ausgenommen 2008 und 2010 – und geringerem Rückgang in den folgenden Jahren lag der reale Gaspreis 2019 um 4,4 % über dem von 1990. Im Vergleich zu 2018 ist der Gaspreis um 0,5 % gesunken.

Die Strompreise sind relativ stabil geblieben, aber in den letzten drei Jahren knapp unter den Preis von 2002 gesunken. Im Jahr 2019 lag der reale Strompreis für private Haushalte und Dienstleistungsbetriebe um 13,7 % niedriger als 1990. Die Änderung zum Vorjahr betrug + 2,4 %.

Abbildung 82:
Energiepreise der
Privathaushalte und real
verfügbares Nettoein-
kommen, 1990–2019.



Die Entwicklung der Endverbraucherpreise und das Verhältnis der Preise von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern schaffen ungünstige Voraussetzungen für klimafreundliche Nutzungsentscheidungen und Investitionen in Effizienzverbesserungen und erneuerbare Energieträger.

Der starke Anstieg des Heizölpreises, der 2008 und von 2010 bis 2012 weit über der Entwicklung des real verfügbaren Nettoeinkommens lag, war jedoch eine starke treibende Kraft zur thermischen Sanierung von Gebäuden und zum Umstieg auf klimaschonende Energieträger. Durch den Preisrückgang bei Heizöl, Gas und Strom seit dem Jahr 2012 verliert dieser Treiber an Wirkung.

Allerdings bietet der fast konstant niedrige indexbereinigte Strompreis seit 1990 in Verbindung mit niedrigen Wärmepumpentarifen der Energieversorgungsunternehmen äußerst günstige Marktbedingungen für den Einsatz von Wärmepumpen in thermisch gut sanierten oder in neuen Gebäuden.

3.3.1 Privathaushalte

Die Privathaushalte haben den größten Anteil an Treibhausgas-Emissionen im Gebäudesektor und werden in diesem Kapitel näher betrachtet.

3.3.1.1 Gebäudestruktur, Energieeffizienz und CO₂-Emissionen

Anfang 2020 gab es in Österreich rund 2,11 Mio. Wohngebäude und 4,88 Mio. Wohnungen. Die Wohngebäude gliedern sich zu 87,1 % in Ein- und Zweifamilienhäuser und zu 12,9 % in Mehrfamilienhäuser.

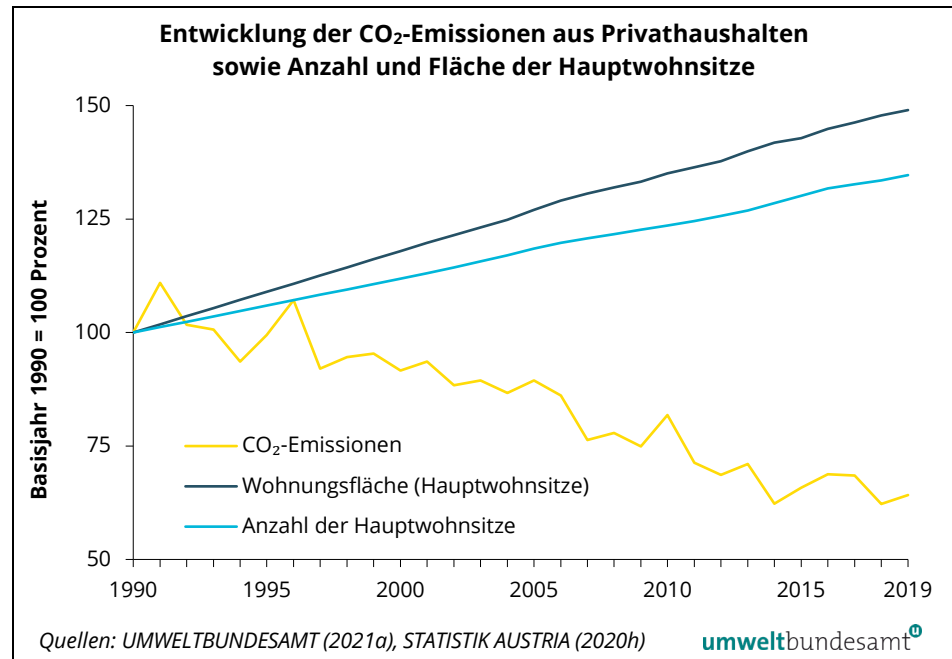
trendbestimmende Faktoren

Die Anzahl der Hauptwohnsitze hat sich zwischen 1990 und 2019 um 34,7 % erhöht, die Wohnnutzfläche aller Hauptwohnsitze stieg im selben Zeitraum um 49,0 % (STATISTIK AUSTRIA 2020h). Die Zahl der Nebenwohnsitze (inklusive Wohnungen ohne Wohnsitzangabe) ist seit dem Census 2011 (STATISTIK AUSTRIA 2013) von 17,9 % bis Ende 2019 auf etwa 19,0 % aller Wohnungen gestiegen (STATISTIK AUSTRIA 2020f, h). Die Bevölkerungszahl hat im Vergleich dazu seit 2011 um 5,8 % und seit 1990 um 15,6 % zugenommen (STATISTIK AUSTRIA 2020i). Alle diese Faktoren wirken als treibende Kräfte tendenziell emissionserhöhend.

Dagegen vermindern Effizienzmaßnahmen an Gebäudeteilen und Heizungskomponenten, Energiesparmaßnahmen, wie bedarfsgerechte Anpassung der Heizungssteuerung, der Raumtemperatur oder richtiges Lüften, sowie der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien die Emissionen im Gebäudesektor. Im Bereich der Effizienzmaßnahmen sind insbesondere die Wärmedämmung der Gebäudehülle sowie der Einsatz von modernen Heizkesseln und Brennwertgeräten in Verbindung mit Pufferspeichern und Niedertemperatur-Wärmeabgabesystemen zu nennen. Die Einbindung von Solarthermie zur Warmwasserbereitung bzw. Heizungsunterstützung und Photovoltaik als Beitrag zur Deckung des Haushaltstrombedarfs sind weitere nachhaltige Optionen.

Insgesamt zeichnet sich seit 1996 ein rückläufiger Trend der CO₂-Emissionen der privaten Haushalte ab, im Jahr 2010 war witterungsbedingt ein leichter Anstieg zu verzeichnen. In den milden Jahren 2014 und 2018 wurden die beiden historisch geringsten CO₂-Emissionen seit 1990 verzeichnet. Die CO₂-Emissionen stiegen durch vermehrten Einsatz fossiler flüssiger und gasförmiger Energieträger zwischenzeitlich wieder an. Im Jahr 2019 erhöhten sich die CO₂-Emissionen witterungsbedingt gegenüber 2018 um 3,2 % (siehe Abbildung 83).

Abbildung 83:
Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus Privathaushalten (stationäre und mobile Quellen) sowie Anzahl und Wohnnutzfläche⁵⁰ der Hauptwohnsitze, 1990–2019.



Die langfristige Entwicklung wird durch die gesetzten Maßnahmen aus der Klimastrategie Österreichs (BMLFUW 2002, 2007), den Maßnahmenprogrammen im Rahmen des Klimaschutzgesetzes und durch Klima- und Energiestrategien der Bundesländer unterstützt.

potenzielle bauliche Maßnahmen

Welche baulichen Maßnahmen zur Reduktion des Heizenergiebedarfs möglich sind, hängt vor allem vom vorhandenen Gebäudebestand ab. Gebäude aus den Bauperioden vor 1970 weisen im Durchschnitt einen deutlich höheren Endenergieverbrauch pro Flächeneinheit⁵¹ auf als die Gebäude späterer Bauperioden. Das Potenzial zur Einsparung von Treibhausgas-Emissionen durch thermisch-energetische Sanierung ist daher beim Gebäudebestand aus den Bauperioden vor 1970 am höchsten. Zusätzlich weisen diese Gebäude auch einen Anteil von rund 45 % an der gesamten Wohnnutzfläche auf (STATISTIK AUSTRIA 2013). Ab 1990 und insbesondere ab 2000 kam es durch Bauvorschriften zu einer deutlichen Effizienzverbesserung bei Neubauten.

⁵⁰ Zum Ausgleich des Methodiksprunges ab 2004 wurde die Zeitreihe der Wohnnutzfläche rückwirkend korrigiert.

⁵¹ Die Angaben über Gebäudeflächen von Wohngebäuden erfolgen gemäß OIB-Richtlinie 6 in Brutto-Grundflächen (BGF). Die Brutto-Grundfläche ist die Summe aller einzelnen Geschoßflächen, die aus den Außenabmessungen der einzelnen Geschoße ermittelt wird. Außenabmessungen schließen Außenputz und Vormauerwerk etc. ein. Im Unterschied zur Nettfläche bzw. Wohnnutzfläche sind also alle Wände enthalten. Für die Ermittlung der für die Heizung relevanten konditionierten BGF werden nicht beheizbare Kellerräume, Dachgeschoße, Stiegenhäuser, Lagerräume, Nebengebäude etc. nicht berücksichtigt. Näherungsweise ist die Bruttogrundfläche von Wohngebäuden etwa um 25 % höher als die Nettfläche. Über den Anteil der konditionierten BGF der Wohngebäude bzw. Privathaushalte liegen keine statistischen Daten vor. Analoges gilt für Dienstleistungsgebäude bzw. den Dienstleistungssektor.

**Energieeinsparung
durch thermisch-
energetische
Sanierung**

Die erzielten Energieeinsparungen in Wohngebäuden durch thermisch-energetische Sanierung sind in den Berichten des Bundes und der Länder zur Wohnbauförderung erkennbar. Im gewichteten Durchschnitt sank der Heizwärmebedarf (HWB) pro Quadratmeter konditionierter Brutto-Grundfläche bei wohnbaugeförderten Sanierungsobjekten nach gesamthaft-thermischer Sanierung der Gebäudehüllen von 67 kWh/(m²a) im Jahr 2006 auf 45,9 kWh/(m²a) im Jahr 2019 (BMNT 2017, BMK 2020e).⁵²

3.3.1.2 Thermisch-energetische Sanierung von Wohngebäuden

**hohes
Reduktionspotenzial**

Aufgrund des großen Bestandes an Gebäuden mit thermisch-energetisch verbesserbarem Zustand besteht für den Sektor Gebäude ein erhebliches Reduktionspotenzial. Sanierungsmaßnahmen haben positive Effekte für die Werterhaltung, die Wohnqualität, die Gesundheit der BewohnerInnen sowie für die Versorgungssicherheit und für die inländische Wertschöpfung. Neben der Effizienzverbesserung kann eine Erneuerung der Heizung auch positive Effekte auf Emissionen von Luftschadstoffen, wie Feinstaub und Stickstoffoxiden, haben.

**thermisch-
energetische
Sanierungs-
maßnahmen**

Zur thermisch-energetischen Sanierung eines Gebäudes stehen mehrere Maßnahmen zur Verfügung:

- Austausch der außenliegenden Fenster und Türen,
- Wärmedämmung der Außenfassade,
- Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke (bzw. von Dachschrägen),
- Wärmedämmung der untersten Geschoßdecke (Kellerdecke oder Boden gegen das Erdreich),
- Erneuerung der Wärmeversorgung (wie z. B. Heizkesseltausch).

Eine gute thermische Sanierung der gesamten Gebäudehülle mit anschließender Heizungserneuerung stellt die beste Lösung für eine Effizienzverbesserung dar.

Aus bautechnischen Gründen oder aus Kostengründen erfolgt relativ häufig die alleinige Sanierung einzelner Bauteile oder der alleinige Heizkesseltausch. Diese Vorgehensweise erhöht die Risiken bezüglich

- Ausführungsqualität (optimale Abstimmung der Bauteile zueinander),
- unsanierter Wärmebrücken,
- Überdimensionierung bestehender Heizanlagen durch die alleinige thermische Sanierung oder
- ineffiziente bestehende Wärmeabgabesysteme durch alleinigen Wechsel des Energiesystems.

⁵² Diese Mittelwerte über alle gesamthaft-thermisch sanierten Gebäude sind nicht geometriekorrigiert.

Die Heizungsanlage wird dabei in vielen Fällen nicht optimal an das Gebäude und seine NutzerInnen angepasst. Entsprechend höher wird der technische Rebound-Effekt⁵³ und entsprechend geringer fällt die tatsächliche Einsparung aus. Ein vor kurzem erneuertes Heizsystem kann, ohne die Möglichkeit der Anpassung an eine stark verminderte Heizlast, auch einer thermischen Sanierung der Gebäudehülle entgegenstehen.

Durch ein langfristiges und vorausschauendes Gesamtkonzept und konsequente Qualitätssicherung kann das Risiko eines nicht erwartungsgemäßen Einspareffektes verringert werden.

Gebäuderenovierungs- fahrplan

Im NEEAP 2014⁵⁴ wurde in der Gebäuderenovierungsstrategie eine jährliche flächenbezogene Sanierungsrate⁵⁵ von etwa 1 % des Gebäudealtbestandes vorgesehen. Dieser wird ein Einsparungspotenzial an jährlich eingesetzter Endenergie von rund 2.185 GWh (3,4 %) für Wohngebäude nach dem Jahr 2020 gegenüber 2013 zugerechnet (BMWWF 2014).

Ein Update im NEEAP 2017⁵⁶ ergibt eine erwartbare Einsparung an jährliche eingesetzter Endenergie von 1.600 GWh gegenüber 2014 (BMWWF 2017).

Sanierungsziele

Die langfristige Renovierungsstrategie (OIB-330.6-022/19-093) der Bundesländer vom April 2020 – zur Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie (RL (EU) 2018/844) – sieht keine explizite Sanierungsrate als Fortschrittsindikator vor. Es wird von einer „wirksamen“ thermisch-energetischen Endenergieeinsparung durch Sanierungen (geprägt durch Förderprogramme), bezogen auf den Gebäudebestand vor dem Baujahr 1990, in der Höhe von 1,5 % ausgegangen.

Der integrierte Nationale Klima- und Energieplan (NEKP) vom Dezember 2019 (BMNT 2019) und die #mission2030 vom Juni 2018 setzen Etappenziele bis 2030 am Weg zu einer Klimaneutralität bis 2050. Die #mission2030 (BMNT & BMVIT

⁵³ Technischer Rebound-Effekt: Zusätzlich zu einem direkten ökonomischen Rebound-Effekt (kostenbedingte Nachfrageänderungen aufgrund von Effizienzverbesserungen) zeigen sich auch Effekte auf die Energieeffizienz von Gesamtsystemen. Die angestrebte Verbesserung der Energieeffizienz von Komponenten kann oft in der Realität nicht erreicht werden, bzw. führt nicht zu den entsprechenden Energieeinsparungen im Gesamtsystem. Ein bekanntes Beispiel ist die thermische Sanierung eines Gebäudes ohne Tausch eines bereits vor der thermischen Sanierung überdimensionierten Heizkessels, ohne Pufferspeicher, ohne Sanierung des Wärmeverteiler- und Wärmeabgabesystems und ohne Anpassung der Regelung. Im Extremfall kann z. B. durch eine erhebliche sanierungsbedingte Änderung der Nutzung (Anhebung der Raumtemperatur, Beheizung aller Räume, Verlängerung der Heizperiode etc.) der Endenergiebedarf durch eine Teilsanierung steigen, also die Effizienz des Gesamtsystems durch die Teilsanierung sogar sinken. In diesem Fall spricht man von einem Backfire-Effekt.

⁵⁴ Erster Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2014 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU (BMWWF 2014)

⁵⁵ Die Sanierungsrate entspricht dem Prozentsatz der im jeweiligen Jahr noch nicht thermisch sanierten Bruttogrundflächen, die von den Bestands-HWB-Werten auf die sanierten HWB-Werte wechseln.

⁵⁶ Zweiter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2017 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU (BMWWF 2017)

2018) strebt eine Verdoppelung der Sanierungsrate auf im Mittel 2 % in der Periode 2020–2030 an.⁵⁷ Das Österreichische Regierungsprogramm 2020–2024 will mit konkreten Maßnahmen die Sanierungsrate in Richtung des Zielwertes von 3 % erhöhen.

Sanierungsraten

Auswertungen der Gebäude- und Wohnungszählung 2001⁵⁸ sowie des Mikrozensus 2006, 2012 und 2018 über alle Hauptwohnsitze⁵⁹ zeigen für 2008–2018 eine durchschnittliche Erneuerungsrate bei thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen von 1,4 ($\pm 0,1$) % bis 2,0 ($\pm 0,1$) % pro Jahr. Die Angaben in Klammern beschreiben das Konfidenzintervall, in dem der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % aufgrund des relativen Stichprobenfehlers der Mikrozensusserhebung zu liegen kommt (STATISTIK AUSTRIA 2006; siehe Tabelle 18).

In Bezug auf die Mittelwerte sind die Erneuerungsraten jedoch bei allen thermischen Einzelmaßnahmen, wie Austausch der außenliegenden Fenster und Türen, Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke und Wärmedämmung der Außenfassade, gegenüber der Vergleichsperiode 1996–2006 weiter rückläufig. Bei der energetischen Einzelmaßnahme Heizkesseltausch wurde zuletzt jedoch eine stärkere Aktivität erfasst.

Die vier thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen gemäß Mikrozensus (STATISTIK AUSTRIA 2019; siehe Tabelle 17) werden entweder als alleinige Maßnahme oder in Kombination mit weiteren Maßnahmen durchgeführt. Die Wärmedämmung der untersten Geschoßdecke wird statistisch nicht erfasst.

Die Kombination von allen drei thermischen Maßnahmen wird zum Zwecke der Auswertung zu einer **vollständigen thermischen Sanierung** zusammengefasst. Werden zumindest drei der vier Sanierungsmaßnahmen gemäß Mikrozensus ausgeführt, wird von einer **umfassenden thermisch-energetischen Sanierung** gesprochen.

⁵⁷ Zitat des Zielbildes: *„Längerfristig besteht somit noch ein erhebliches CO₂-Einsparungspotenzial im Gebäudesektor. Bis 2030 wird eine Reduktion um zumindest 3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (von derzeit rund 8 auf unter 5 Mio. Tonnen) angestrebt, bis 2050 soll ein möglichst CO₂-freier und energieeffizienter Gebäudebestand erreicht werden. Die Sanierungsrate – im Sinne umfassender Sanierung in Bezug auf den Gesamtbestand an Wohneinheiten – von derzeit unter 1 % soll auf durchschnittlich 2 % im Zeitraum 2020 bis 2030 angehoben werden. Dabei können umfassende Sanierungen auch in Teilschritten im Rahmen mehrjähriger Sanierungskonzepte erfolgen. Die Umstellung von Heizsystemen auf erneuerbare Energieträger in Kombination mit umfassenden Sanierungen ist stets sinnvoll und soll angerechnet werden (siehe auch Leuchtturm 5). Mehr als 1 Mio. Tonnen an CO₂-Einsparungspotenzial kann unmittelbar durch thermische Sanierungsmaßnahmen (ohne Heizungstausch) erzielt werden. Dies erfordert ein Zusammenwirken von Förderungsangeboten, baurechtlichen Adaptierungen und zivilrechtlichen Weichenstellungen.“*

⁵⁸ Die Methodik der Gebäude- und Wohnungszählung 2001 ist nur für Fenstertausch und thermische Fassadensanierung mit dem Mikrozensus 2006, 2012 und 2018 vergleichbar.

⁵⁹ Die Sanierungen werden im Mikrozensus im dritten Quartal des genannten Kalenderjahres mit der Fragestellung „Wurde in den letzten zehn Jahren in Ihrer Wohnung eine der folgenden Sanierungsmaßnahmen durchgeführt?“ erhoben. Der Zeitpunkt der Sanierung kann deshalb innerhalb von 11 verschiedenen Kalenderjahren liegen, z. B. für den MZ 2018 in den Jahren 2008–2018. Die Bezugsgröße für die Berechnung der Erneuerungsrate ist deshalb die durchschnittliche Anzahl der Hauptwohnsitze im Bestand im erfassten Betrachtungszeitraum von jeweils 11 Jahren.

Tabelle 17: Gesamtanzahl der von thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen betroffenen Hauptwohnsitz-Wohnungen und mittlere Erneuerungsrate pro Jahr (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2004, 2006, 2019).

Einzelmaßnahme		Hauptwohnsitz-Wohnungen in 1.000			
		1991–2001	1996–2006	2002–2012	2008–2018
thermisch	Austausch der außenliegenden Fenster und Türen	741	895	844	744
		1,9 % p.a.	2,7 (± 0,1) % p.a.	2,4 (± 0,1) % p.a.	2,0 (± 0,1) % p.a.
thermisch	Wärmedämmung der Außenfassade	402	620	628	575
		1,0 % p.a.	1,9 (± 0,1) % p.a.	1,8 (± 0,1) % p.a.	1,5 (± 0,1) % p.a.
thermisch	Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke	k. A.	560	558	521
		k. A.	1,7 (± 0,1) % p.a.	1,6 (± 0,1) % p.a.	1,4 (± 0,1) % p.a.
energetisch	Heizkesseltausch	k. A.	611	613	698
		k. A.	1,8 (± 0,1) % p.a.	1,7 (± 0,1) % p.a.	1,9 (± 0,1) % p.a.

Tabelle 18: Gesamtanzahl der von thermisch-energetischen Kombinationsmaßnahmen betroffenen Hauptwohnsitz-Wohnungen und mittlere Erneuerungsrate pro Jahr (Quellen: STATISTIK AUSTRIA 2004, 2006, 2019g).

Kombinationsmaßnahme	Hauptwohnsitz-Wohnungen in 1.000			
	1991–2001	1996–2006	2002–2012	2008–2018
Vollständige thermische Sanierung: Kombination aller drei thermischen Einzelmaßnahmen	k. A.	239	238	272
	k. A.	0,7 (± 0,1) % p.a.	0,7 (± 0,1) % p.a.	0,7 (± 0,1) % p.a.
Kombination Heizkesseltausch UND thermische Einzelmaßnahme	k. A.	338	330	331
	k. A.	1,0 (± 0,1) % p.a.	0,9 (± 0,1) % p.a.	0,9 (± 0,1) % p.a.
Umfassende thermisch-energetische Sanierung: Kombination von mindestens 3 der 4 thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen	k. A.	328	328	351
	k. A.	1,0 (± 0,1) % p.a.	0,9 (± 0,1) % p.a.	0,9 (± 0,1) % p.a.

Die Rate der **vollständigen thermischen Sanierungen** zeigt im Betrachtungszeitraum 2008–2018 mit 0,7 % (± 0,1 %) pro Jahr keine signifikante Änderung gegenüber dem Vergleichszeitraum 1996–2006 (0,7 ± 0,1 %).

Im Zeitraum 2008–2018 erfolgte bei 0,9 % (± 0,1 %) der Hauptwohnsitze eine Kombination von mindestens einer der drei thermischen Sanierungsmaßnahmen mit einem Heizkesseltausch (STATISTIK AUSTRIA 2019).

Zudem liegt die mittlere Rate der **umfassenden thermisch-energetischen Gebäudesanierungen** im Zeitraum 2008–2018 (ohne Berücksichtigung der statistisch nicht erfassten Wärmedämmung der untersten Geschoßdecke) bei etwa 0,9 % (± 0,1 %).

Sanierungstiefe und Sanierungsqualität

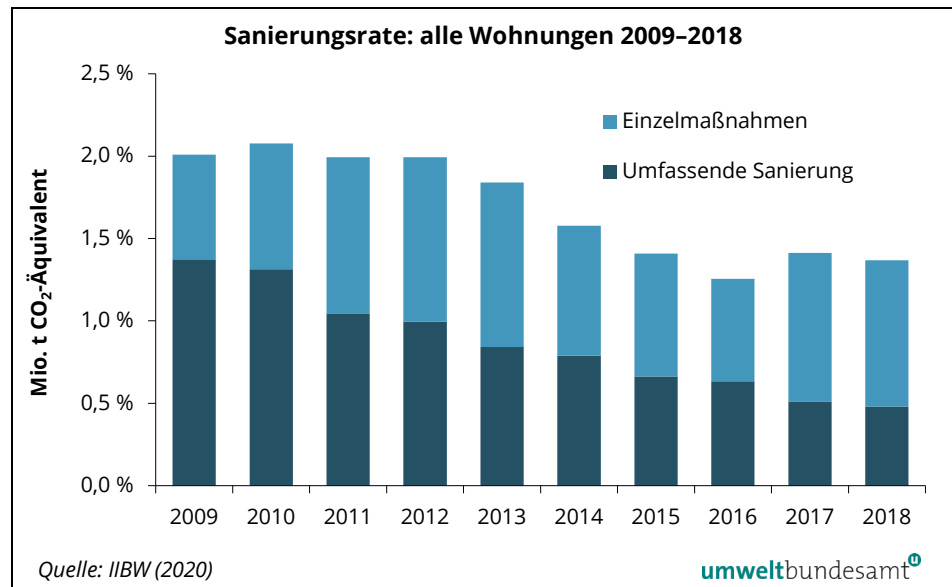
Neben der Sanierungsaktivität ist für die Verbesserung der Energieeffizienz und der Emissionsreduktion des Gebäudebestandes auch die thermisch-energetische Wirksamkeit von Maßnahmen wesentlich. Aussagen zur Sanierungstiefe (Umfang der Sanierungen am Bauteil, z. B. Anteil der getauschten Fenster) und

Sanierungsqualität (z. B. Verbesserung des U-Wertes betroffener Bauteile oder Heizwärmebedarf-Verbesserung) können mit dem Mikrozensus über den Energieeinsatz der Haushalte nicht getroffen werden. Die Stichprobe erfasst alle zwei Jahre, ob bestimmte Sanierungsaktivitäten in den letzten zehn Jahren erfolgt sind. Daraus sind nur langfristige Sanierungstrends bei den Privathaushalten erkennbar – nicht jedoch aktuelle Trends der Aktivitäten.

jährliche Sanierungsrate

Aktuelle Arbeiten des Umweltbundesamtes (IIBW 2020) zeigen eine Möglichkeit, wie anhand einer einfachen und nachvollziehbaren Methode eine jährliche Sanierungsrate ermittelt werden kann. Dabei werden umfassende Sanierungen und kumulierte Einzelmaßnahmen zusammengefasst und auf eine Grundgesamtheit (Anzahl der Nutzungseinheiten im Bestand für das betrachtete Jahr) bezogen. Sanierungen gelten dabei als umfassend, wenn sie mindestens drei von vier Maßnahmen (inklusive Heizsystem) umfassen. Einzelmaßnahmen können eine oder zwei Einzelmaßnahmen an einer Wohnung umfassen. Vier Einzelmaßnahmen ergeben eine äquivalente umfassende Sanierung.

Abbildung 84:
Sanierungsrate:
Einzelmaßnahmen und
umfassende Sanierung.



Nach der neuen Methode berechnet, lag die Sanierungsrate unter Berücksichtigung umfassender Sanierungen sowie (kumulierter) Einzelbauteilsanierungen für Hauptwohnsitzwohnungen 2010 bei insgesamt 2,2 % (geförderter und ungeförderter Bereich). Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Wohnungen ohne Hauptwohnsitz (Nebenwohnsitze, Ferienwohnungen, Leerstand) lag die Sanierungsrate 2010 bei etwa 2,1 %. 2018 wurden demgegenüber nur noch 1,4 %, bezogen auf alle Wohnungen, erreicht. Deutlich erkennbar ist der Rückgang der umfassenden Sanierungen, während die Einzelmaßnahmen kaum abgenommen haben (IIBW 2020).

Monitoringsystem zur Sanierung fehlt

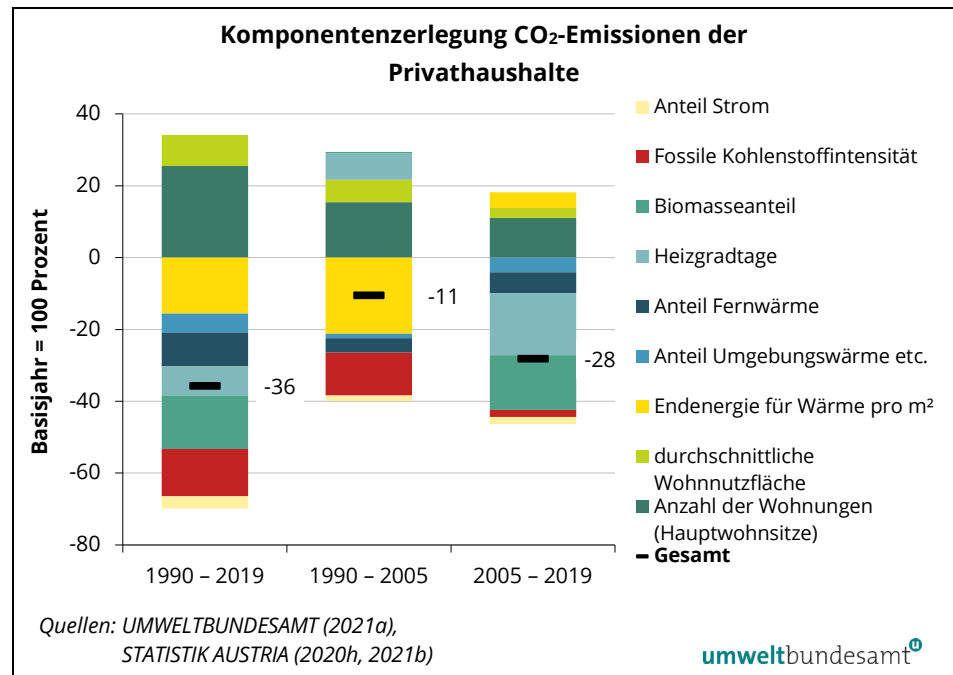
Ein nationales Monitoringsystem zur Erfassung der aktuellen gesamten Sanierungsaktivität⁶⁰ (= Berücksichtigung aller thermisch-energetisch relevanten Maßnahmen) und der Sanierungsqualität, vergleichbar mit den jährlichen Berichten über die Marktstatistik innovativer Energietechnologien, existiert in Österreich nicht.

3.3.1.3 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen aus dem Bereich Privathaushalte (exklusive mobiler Quellen im Sektor Gebäude) wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen der Jahre 1990, 2005 und 2019 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 85:
Komponentenerlegung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus den Privathaushalten.



⁶⁰ Eine einheitliche und allgemein anerkannte Definition der Sanierungsrate als Indikator für die Sanierungsaktivität wurde in Österreich bislang nicht festgelegt. Unterschiede bestehen in der Berücksichtigung der verschiedenen thermisch-energetischen Maßnahmen (z. B. umfassende Sanierung, Einzelmaßnahmen) und des Bezugssystems (z. B. Gesamtbestand an Wohnungen, Bestand an noch unsanierten Bauten). Auch für die Ermittlung der Sanierungsqualität und die mit einer Sanierung erreichte Energieeinsparung gibt es keine einheitliche Vorgehensweise.

Einflussgrößen	Definitionen
Anzahl der Wohnungen (Hauptwohnsitze)⁶¹	Ein emissionserhöhender Effekt ergibt sich aufgrund der steigenden Anzahl der Hauptwohnsitze in Österreich von ca. 2,9 Mio. (1990) auf 3,5 Mio. (2005) und 3,9 Mio. (2019). Die durch höhere Energieeffizienz bei Neubauten oder thermisch-energetische Sanierungen bewirkten Minderungen werden in dieser Einflussgröße nicht berücksichtigt.
durchschnittliche Wohnnutzfläche	Ein emissionserhöhender Effekt ergibt sich aufgrund der steigenden durchschnittlichen Wohnungsgröße pro Hauptwohnsitz von rund 90 m ² (1990) auf 97 m ² (2005) und 100 m ² (2019).
Anteil Umgebungswärme etc.	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund des steigenden Anteils der Umgebungswärme etc. – z. B. durch Solarthermie, Geothermie und Umgebungswärme für Wärmepumpen – am gesamten Endenergieverbrauch (exklusive mobiler Quellen im Sektor Gebäude) von 0,5 % (1990) auf 1,5 % (2005) und 4,3 % (2019).
Anteil Strom	Ein emissionsmindernder Effekt im Sektor Gebäude ergibt sich aufgrund des steigenden Anteils des Einsatzes elektrischer Energie am gesamten Endenergieeinsatz für Raumwärme, Warmwasser und Kochen von 8,3 % (1990) auf 9,8 % (2005) und 11,8 % (2019). Hierbei handelt es sich (in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Stromaufbringung) potenziell um eine Verlagerung von CO ₂ -Emissionen in den Sektor Energie und Industrie. ⁶²
fossile Kohlenstoffintensität	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund der sinkenden CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 74 Tonnen/TJ (1990) auf 65 Tonnen/TJ (2005) und 64 Tonnen/TJ (2019). Hier macht sich die Verlagerung von Kohle und Öl auf kohlenstoffärmere Brennstoffe (Gas) bemerkbar.
Anteil Fernwärme	Ein emissionsmindernder Effekt in diesem Sektor ergibt sich aufgrund des steigenden Anteils der Fernwärme am gesamten Endenergieeinsatz für Raumwärme, Warmwasser und Kochen von 4,7 % (1990) auf 8,3 % (2005) und 13,3 % (2019). Hierbei handelt es sich (in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Fernwärmeaufbringung) potenziell um eine Verlagerung von CO ₂ -Emissionen in den Sektor Energie und Industrie. ⁶²
Biomasseanteil	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund des sinkenden Anteils fossiler Brennstoffe am Endenergieeinsatz für Raumwärme und Warmwasser von 60,1 % (1990) auf 55,6 % (2005) und 40,9 % (2019) bzw. durch den steigenden Biomasseanteil (insbesondere Pellets und Hackgut) am gesamten Endenergieeinsatz für Raumwärme, Warmwasser und Kochen von 26,4 % (1990) über 24,5 % (2005) auf 29,1 % (2019).
Heizgradtage	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund der geringeren Anzahl der Jahressumme der Heizgradtage von – 11,2 % im Jahr 2019 gegenüber 1990. Eine geringe Anzahl an Heizgradtagen ist eine Folge von milderem Wintern. Im Zeitraum von 2005–2019 ist die Anzahl der Heizgradtage um 18,6 % gesunken. Die Anzahl der Heizgradtage unterliegt natürlichen Schwankungen und wurde daher in der Berechnung bei den einzelnen Komponenten herausgerechnet und als eigene Komponente angeführt. Bedingt durch den Klimawandel und andere Effekte weisen die Heizgradtage im Vergleich zu 1990 insbesondere ab 1996 einen deutlich sinkenden Trend auf, der jedoch von den jährlichen Schwankungen überlagert wird.

⁶¹ Zum Zweck einer aussagekräftigen Analyse wurde der Datensprung der Statistik Austria bei der Anzahl der Hauptwohnsitze und der durchschnittlichen Wohnungsgröße, der auf eine neue Stichproben-Methode zurückzuführen war, korrigiert, sodass sich eine konsistente Datenreihe ergibt.

⁶² In der Komponentenzersetzung wurde für den Bereich der Privathaushalte der Endenergieeinsatz für Strom und Fernwärme zur Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Kochenergie mitberücksichtigt, obwohl die Emissionen dem Sektor Energie und Industrie zugeordnet werden.

Endenergie für Wärme pro m²	<p>Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund des sinkenden Endenergieverbrauchs (inklusive elektrischem Endenergieeinsatz für die Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Kochen) pro m² Wohnnutzfläche von 231 kWh/m² (1990) auf 193 kWh/m² (2019), wobei seit 2005 (183 kWh/m²) nur eine geringe Veränderung beobachtbar ist.</p> <p>Die durch den Trend der Heizgradtage hin zu milderer Witterung bewirkten Minderungen (geringere Heizlast) werden in dieser Einflussgröße nicht berücksichtigt.</p>
---	--

Aus den Entwicklungen seit 1990 wird ersichtlich, dass im betrachteten Zeitraum insgesamt gesehen ein enger Zusammenhang zwischen der beheizten Nutzfläche – abgeleitet aus der Anzahl der Wohnungen und der durchschnittlichen Wohnnutzfläche – und den nationalen Treibhausgas-Emissionen besteht. Diese beiden Kennzahlen werden auch im Ergebnis der Komponentenerlegung als größte emissionserhöhende Faktoren identifiziert.

emissionsreduzierende Faktoren Stark emissionsreduzierend wirkt die thermisch-energetische Gebäudeeffizienz, welche durch Sanierungsaktivität und energieeffizienten Neubau großen Anteil an der Entwicklung der Endenergie für Wärme pro m² hat. Die geringe Wirkung dieser Kenngröße zwischen 2005 und 2019 kann durch technische Rebound-Effekte aus thermischer Sanierung und den Umstieg von relativ energieeffizienten, fossilen Heizsystemen (Gas) auf geringfügig ineffizientere, jedoch CO₂-neutrale Biomasseheizungen erklärt werden. Verhaltensänderungen in Richtung stärkerer Wärmenachfrage für Warmwasser pro Person und zusätzliche Beheizung von vormals temporär beheizten Räumen sind weitere mögliche Erklärungen. Bedeutsam sind auch nichtlineare Zusammenhänge zwischen milderer Witterung 2019 – die Heizgradtage sind gegenüber 2005 um 18,6 % geringer – und der realisierten Endenergieeinsparung durch unzureichende Anpassung der Heizungssteuerung. Für künftige Umsetzungsmaßnahmen ist bei Verbesserung der Gebäudeeffizienz weiterhin hohes Potenzial gegeben.

Die Erhöhung des Biomasseanteils und ein gesteigerter Anteil der Umgebungswärme (Wärmepumpe, Solarthermie etc.) wirken direkt emissionsreduzierend, wohingegen die Wärmestrom- und Fernwärmenutzung (in Abhängigkeit der Anteile erneuerbarer Energieträger für die Aufbringung) potenziell Treibhausgas-Emissionen in den Sektor Energie und Industrie verlagern. Innerhalb der fossilen Energieträger wirkt die Verschiebung weg von Kohle und Heizöl hin zu Gas insbesondere im Vergleich mit 1990 stark emissionsenkend. Die allgemeine Abhängigkeit der Raumwärme-Emissionen von der Witterung wird im Faktor Heizgradtage ausgedrückt.

3.4 Sektor Landwirtschaft

Sektor Landwirtschaft			
THG-Emissionen 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
8,1	10,2 %	- 0,7 %	- 14,3 %

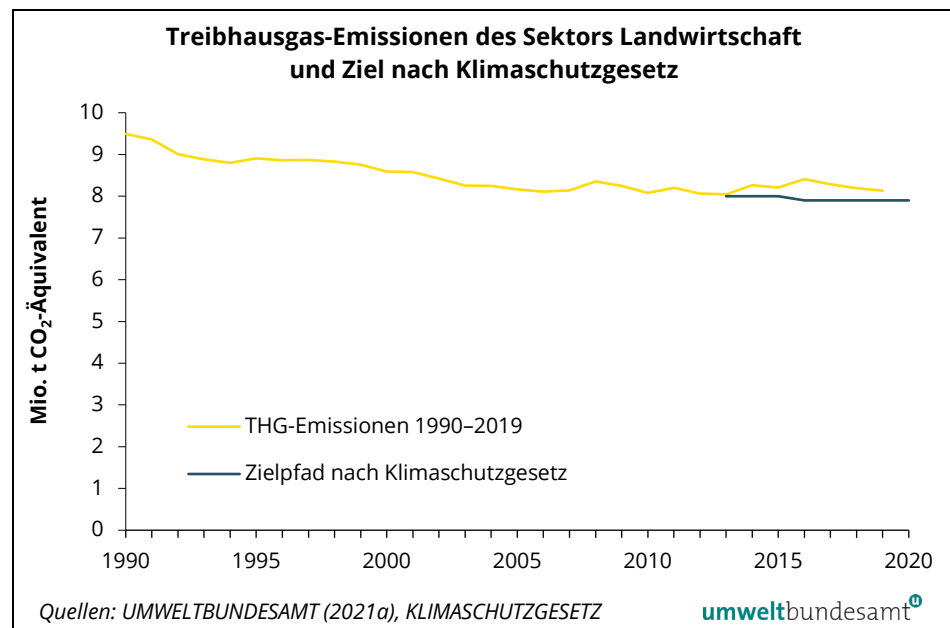
Trend der Treibhausgas-Emissionen

Der Sektor Landwirtschaft war 2019 für insgesamt 8,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und damit für 10,2 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich. Von 2018 auf 2019 sind die Emissionen um 0,7 % zurückgegangen, seit 1990 haben sie um 14,3 % abgenommen. Im Jahr 2019 wurde die sektorale Höchstmenge nach Klimaschutzgesetz von 7,9 Mio. Tonnen um 0,2 Mio. Tonnen überschritten (siehe Abbildung 86).

Hauptverantwortlich für den Rückgang von 2018 auf 2019 sind der rückläufige Rinderbestand (Milchkühe: - 1,7 %; andere Rinder: - 1,8 %) sowie die geringere Menge an ausgebrachtem Mineraldünger (- 8,4 %). Gemäß Grünem Bericht 2020 (BMLRT 2020b) kam es bei den Rindern vor dem Hintergrund der trockenheitsbedingten knappen Futtersituation bereits zu einer Bestandsabstockung. Die Zahl der Schlachtungen und das Milchproduktionsvolumen gingen ebenfalls zurück. Die merkliche Abnahme des Mineraldüngereinsatzes lässt sich neben Einlagerungseffekten mit Zuwächsen beim Bio-Ackerbau und extensiven Kulturen (mehr Soja, weniger Raps und Rübe) erklären (BMLRT 2020b).

Im Vergleich zu 2018 sind die Treibhausgas-Emissionen aus dem Einsatz fossiler Energieträger hingegen gestiegen (+ 4,5 %). Ursache war der erhöhte Kraftstoffinsatz (Diesel) bei den mobilen landwirtschaftlichen Geräten (z. B. Traktoren).

Abbildung 86: Treibhausgas-Emissionen des Sektors Landwirtschaft, 1990–2019, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



Verursacher und emittierte Treibhausgase Der Sektor Landwirtschaft umfasst die Treibhausgase Methan und Lachgas aus Viehhaltung, Grünlandwirtschaft und Ackerbau sowie in einem geringen Ausmaß auch Kohlenstoffdioxid aus Kalkdüngung, Harnstoffanwendung und der Düngung mit Kalkammonsalpeter (KAS). Gemäß der nationalen Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz sind die durch energetische Nutzung von fossilen Energieträgern verursachten Treibhausgas-Emissionen in der Landwirtschaft ebenfalls enthalten (vorwiegend CO₂ aus dem Einsatz von Maschinen, Geräten und Traktoren).

Das im Sektor Landwirtschaft emittierte **Methan** entsteht hauptsächlich bei der Pansenfermentation von Futtermitteln in Rindermägen. Anaerob ablaufende organische Gär- und Zersetzungsprozesse bei der Lagerung der tierischen Ausscheidungen (Wirtschaftsdünger) führen ebenfalls zur Freisetzung von Methan-gas.

Lachgas-Emissionen entstehen bei der Denitrifikation unter anaeroben Bedingungen. Die Lagerung von Wirtschaftsdünger und generell die Stickstoffdüngung landwirtschaftlicher Böden sind die beiden Hauptquellen der landwirtschaftlichen Lachgas-Emissionen.

Kohlenstoffdioxid entsteht hauptsächlich beim Maschineneinsatz durch Verbrennung fossiler Kraftstoffe. Die beim Kalken von Böden sowie bei der Anwendung von Harnstoffdüngern und Kalkammonsalpeter (KAS) anfallenden CO₂-Emissionen sind vergleichsweise gering.

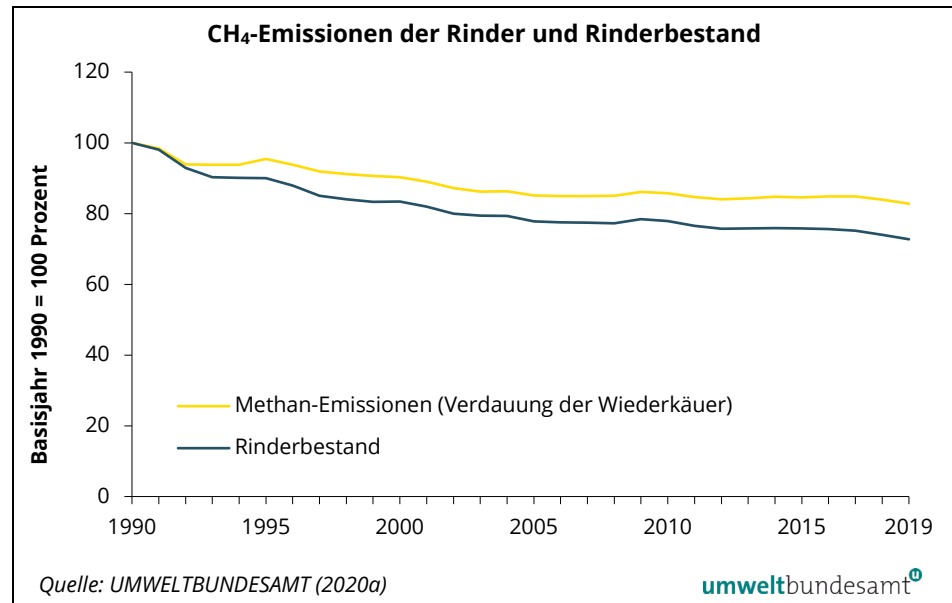
Tabelle 19: Hauptverursacher der Treibhausgas-Emissionen im Sektor Landwirtschaft (in 1.000 t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Hauptverursacher	1990	2018	2019	Veränderung 2018–2019	Veränderung 1990–2019	Anteil an den nationalen THG- Emissionen 2019
Verdauung (Fermentation) in Rindermägen	4.579	3.846	3.791	- 1,4 %	- 17,2 %	4,7 %
Düngung landwirtschaftlicher Böden	2.237	2.003	1.971	- 1,6 %	- 11,9 %	2,5 %
Wirtschaftsdünger-Management	980	985	974	- 1,1 %	- 0,6 %	1,2 %
Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft	1.373	937	979	+ 4,5 %	- 28,7 %	1,2 %

3.4.1 Verdauung (Fermentation) in Rindermägen

trendbestimmende Faktoren Die Methan-Emissionen aus dem Verdauungstrakt von Rindern umfassen 4,7 % aller Treibhausgas-Emissionen in Österreich. Sie sind seit 1990 um 17,2 % gesunken. Hauptverantwortlich für diesen Trend ist der Rückgang des Rinderbestandes um 27,3 % seit 1990 (siehe Abbildung 87).

Abbildung 87:
Rinderbestand und
verdauungsbedingte
Methan-Emissionen
aus Rindermägen,
1990–2019.



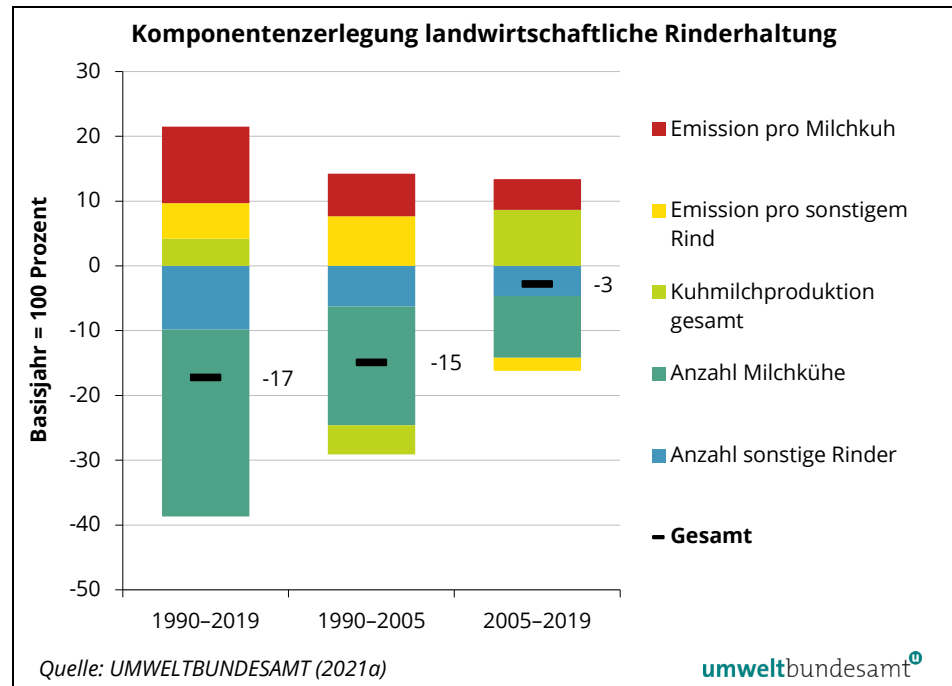
Milchkühe Im Jahr 2019 betrug der Anteil der Milchkühe an den verdauungsbedingten Methan-Emissionen der Rinder 47,2 %. Die Anzahl der Milchkühe nahm seit 1990 stark ab (von rund 905.000 im Jahr 1990 auf rund 524.000 im Jahr 2019) (STATISTIK AUSTRIA 2020j). Verglichen mit 2018 war im Jahr 2019 eine Abnahme um ca. 8.800 Milchkühe zu verzeichnen. Seit 1990 kontinuierlich ansteigend ist die Milchleistung je Milchkuh (BMLRT 2020b). Einerseits werden dadurch in Österreich Jahr für Jahr weniger Milchkühe zur Kuhmilchproduktion benötigt, andererseits müssen Kühe mit höherer Milchleistung energiereicher gefüttert werden, weshalb die Methan-Emission je Milchkuh steigt. Die vermehrte Haltung von Mutterkühen ist ebenfalls eine Ursache dafür, dass die Emissionen seit 1990 weniger stark als die Rinderzahlen abgenommen haben (siehe Abbildung 87).

3.4.1.1 Komponentenerlegung

In folgender Komponentenerlegung wird die Wirkung der für die Viehhaltung (Fermentation) ausgewählten Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Methan-Emissionen dargestellt. Die Emissionen der Jahre 1990, 2005 und 2019 wurden miteinander verglichen.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 88:
Komponentenzerlegung
der Methan-Emissionen
aus der landwirtschaftli-
chen Rinderhaltung.



Einflussfaktoren	Definitionen
Emission pro Milchkuh	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden CH ₄ -Emissionen (in CO ₂ -Äquivalent) von 2,6 Tonnen je Milchkuh (1990) auf 3,1 Tonnen (2005) und 3,4 Tonnen (2019) ergibt. Die Ursache des erhöhten Emissionsfaktors liegt in der energiereicheren Fütterung des leistungsstärkeren Milchviehs.
Emission pro sonstigem Rind (ohne Milchkuhe)	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden CH ₄ -Emissionen (in CO ₂ -Äquivalent) von 1,3 Tonnen je sonstigem Rind (1990) auf 1,5 Tonnen (2005 bzw. 2019) ergibt. Der generelle Anstieg wird durch den zunehmenden Anteil an Mutterkühen unter den sonstigen Rindern bewirkt. Seit 2007 geht jedoch die Mutterkuhhaltung wieder zurück.
Kuhmilchproduktion gesamt	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der gesteigerten Kuhmilchproduktion Österreichs von 3.429 Kilotonnen (1990) auf 3.762 Kilotonnen (2019) ergibt, wobei bis 2005 ein Rückgang auf 3.090 Kilotonnen (2005) beobachtet wurde. ⁶³
Anzahl sonstige Rinder (ohne Milchkuhe)	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der sinkenden Anzahl der sonstigen Rinder von 1,7 Mio. (1990) auf 1,5 Mio. (2005) und 1,4 Mio. (2019) ergibt.
Anzahl Milchkuhe (Milchleistung pro Kuh)	Emissionsmindernder Effekt. Durch die kontinuierlich ansteigende Milchleistung je Milchkuh von 3.791 kg Milchproduktion/Kuh (1990) auf 5.783 kg (2005) und 7.179 kg (2019) werden in Österreich Jahr für Jahr weniger Milchkuhe zur Kuhmilchproduktion benötigt. Anzumerken ist, dass eine intensive Milchviehhaltung mit einem vermehrten Nachzuchtbedarf (durch die kürzere Nutzungsdauer leistungsstarker Kühe) einhergeht. Die entsprechenden Emissionen des Jungviehs sind in der Inventur jedoch nicht den Milchkuhen, sondern den sonstigen Rindern zugeordnet.

Aus der Komponentenzerlegung geht hervor, dass die Milchproduktion einen entscheidenden Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen der Viehwirtschaft

⁶³ bezogen auf den Viehbestand am Stichtag der allgemeinen Viehzählung (1. Dezember 1990 bzw. 2019)

hat. Österreich hat im Vergleich zu den EU-Staaten eine relativ moderate durchschnittliche Milchleistung je Milchkuh. Die Gründe dafür liegen in der hauptsächlichlichen Verwendung von Fleckvieh – einem Zweinutzungsrind (Fleisch und Milch). Durch Zuchtfortschritt und die vermehrte Haltung milchbetonter Rinderrassen (z. B. Holstein Frisian) ist ein weiterer Anstieg der durchschnittlichen Milchleistung zu erwarten. Forderungen nach einer hohen Lebensleistung bzw. langen Nutzungsdauer des Milchviehs, einer erhöhten Grundfütternutzung und einer tiergerechten Haltung stehen dieser Entwicklung merklich entgegen.

3.4.2 Düngung landwirtschaftlicher Böden

trendbestimmende Faktoren

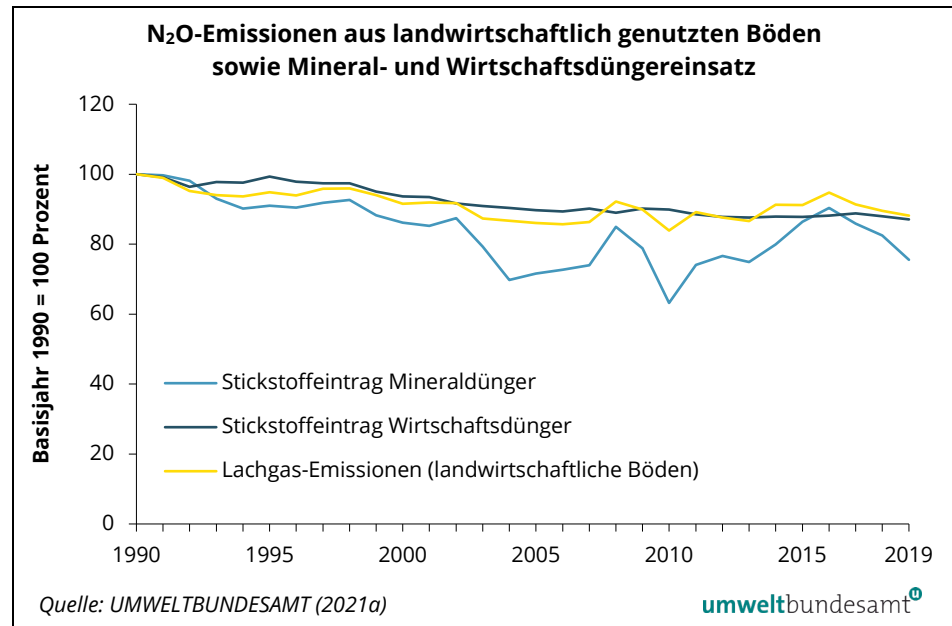
Die Lachgas-Emissionen aus der Düngung landwirtschaftlicher Böden betragen 2,5 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen. Sie haben seit 1990 um 11,9 % abgenommen; im Vergleich zum Vorjahr kam es zu einer Abnahme um 1,6 %.

Hauptverantwortlich dafür ist die verringerte Ausbringung von Mineraldüngern (– 8,4 %). Diese merkliche Abnahme lässt sich neben Einlagerungseffekten mit Zuwächsen beim Bio-Ackerbau und extensiven Kulturen (mehr Soja, weniger Raps und Rübe) erklären (BMLRT 2020b).

Mehr als die Hälfte (2019: 57,2 %) der gesamten Lachgas-Emissionen Österreichs stammt aus landwirtschaftlich genutzten Böden, deren Stickstoffgehalt durch die Aufbringung von Stickstoffdüngern (im Wesentlichen Wirtschaftsdünger und mineralischer Dünger) erhöht ist. Gemäß Berechnungsweise nach IPCC werden hier auch die eingearbeiteten Pflanzenreste von Feldfrüchten als anthropogene Quellen von Lachgas-Emissionen berücksichtigt.

Ursache für die im Vergleich zu 1990 verminderten Lachgas-Emissionen ist die reduzierte Stickstoffdüngung landwirtschaftlicher Böden (siehe Abbildung 89). Der Einsatz von Mineraldüngern wurde in Österreich im Vergleich der Jahre 1990 und 2019 um 24,5 % reduziert. Seit 2005 ist jedoch kein klarer Trend mehr erkennbar. Da in der Inventur die Emissionen auf Basis des Absatzes im österreichischen Handel bilanziert werden (BMLRT 2020b), können Einlagerungseffekte (Handel – landwirtschaftlicher Betrieb – Ausbringung am Feld) das Ergebnis beeinflussen. Um diesem Umstand besser Rechnung zu tragen, wird in der Inventur das arithmetische Mittel von jeweils zwei aufeinander folgenden Wirtschaftsjahren als Berechnungsgrundlage herangezogen.

Abbildung 89:
Lachgas-Emissionen aus
Stickstoffdüngung sowie
Düngereinsatz,
1990–2019.



Die Menge an Wirtschaftsdünger ging im Vergleich zu 1990 um 12,9 % zurück und steht im Zusammenhang mit dem rückläufigen Viehbestand. Die Verringerung des Mineraldüngereinsatzes seit 1990 ist nach dem EU-Beitritt 1995 unter anderem auf die Fortführung des Umweltprogramms in der Landwirtschaft (ÖPUL) entsprechend den Maßnahmenprogrammen nach Klimaschutzgesetz zurückzuführen.

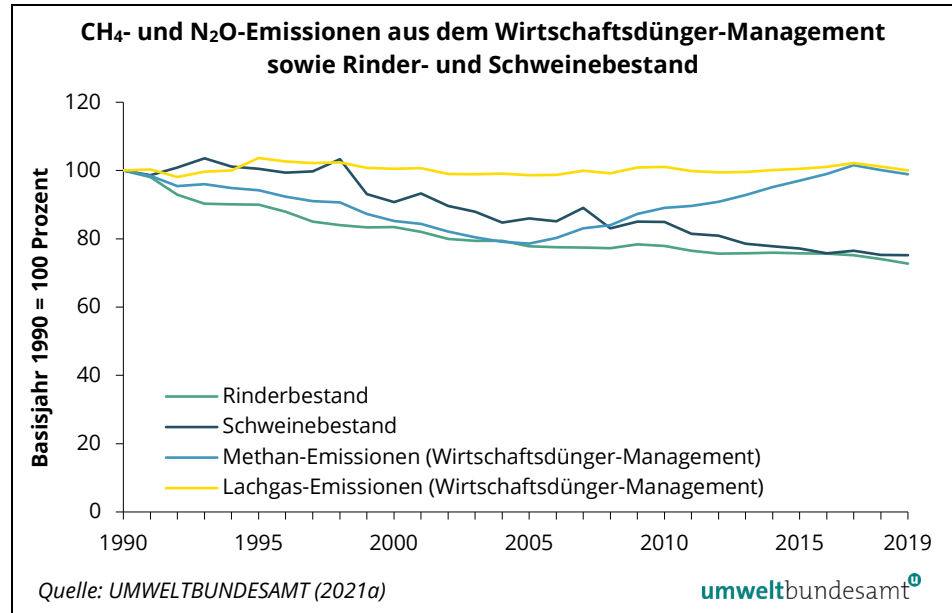
3.4.3 Wirtschaftsdünger-Management

trendbestimmende Faktoren

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Methan und Lachgas aus den Ställen und Lagerung von Wirtschaftsdünger) sind seit 1990 um insgesamt 0,6 % gesunken (CH_4 : - 1,1 %, N_2O : + 0,1 %). Trotz der abnehmenden Wirtschaftsdüngermenge aufgrund der sinkenden Anzahl an Rindern (- 27,3 %) und Schweinen (- 24,8 %) zwischen 1990 und 2019 (siehe Abbildung 90), kam es in der Tierhaltung vor allem in den letzten Jahren durch den zunehmenden Gebrauch von Flüssigmistsystemen zu einem Anstieg der Methan-Emissionen.

Ursachen für den konstanten Verlauf der Lachgas-Emissionen sind neben den höheren Stickstoffausscheidungen des leistungsstärkeren Milchviehs auch die seit mehreren Jahren wieder ansteigenden Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, welche die Grundlage für die Berechnung der indirekten N_2O -Emissionen aus der Deposition von verflüchtigtem Stickstoff aus dem Wirtschaftsdünger-Management bilden.

Abbildung 90:
Methan- und Lachgas-
Emissionen aus dem
Wirtschaftsdünger-Management sowie Rinder-
und Schweinebestand,
1990–2019.

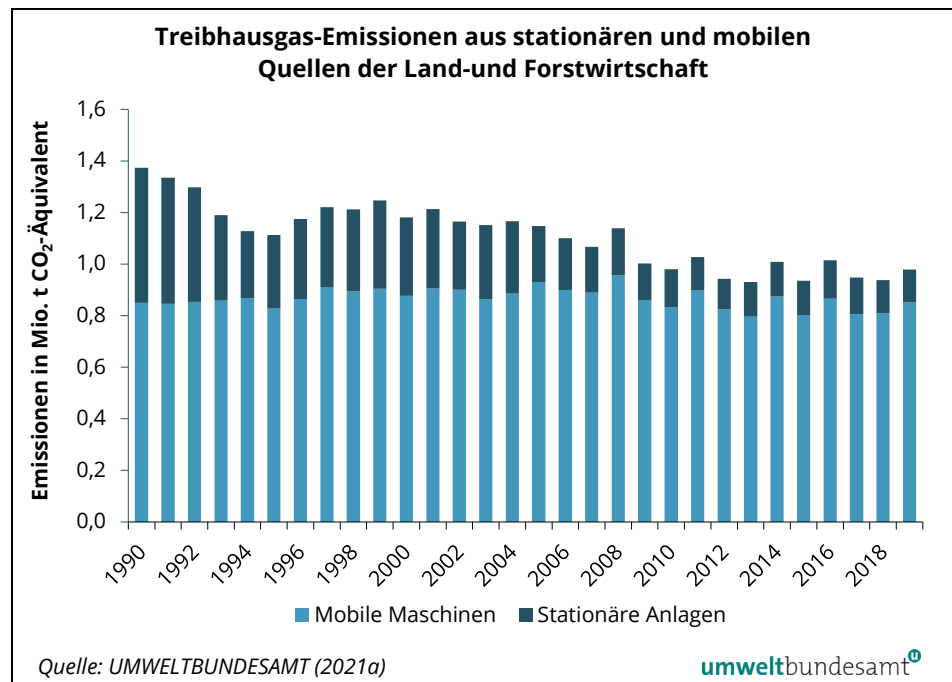


3.4.4 Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft

Der Energieverbrauch von land- und forstwirtschaftlichen Anlagen (inklusive mobile Maschinen und Arbeitsgeräte) wird gemäß Klimaschutzgesetz-Systematik dem Sektor Landwirtschaft zugerechnet.

Die Treibhausgas-Emissionen (v. a. Kohlenstoffdioxid) aus dieser Quelle betragen rund 1,2 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen und lagen im Jahr 2019 bei 1,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, wovon 0,9 Mio. Tonnen auf land- und forstwirtschaftliche Geräte (z. B. Traktoren und Erntemaschinen) und 0,1 Mio. Tonnen auf stationäre Anlagen (z. B. Gewächshäuser und Stallheizungen) entfielen.

Abbildung 91:
Treibhausgas-Emissionen stationärer Anlagen
und mobiler Quellen der
Land- und Forstwirtschaft, 1990–2019.



trendbestimmende Faktoren Insgesamt haben seit 1990 die Treibhausgas-Emissionen aus dem Verbrauch fossiler Energieträger im Sektor Landwirtschaft um 28,7 % abgenommen. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen 2019 um rund 4,5 % gestiegen.

Die Reduktion seit 1990 im Bereich der stationären Anlagen beträgt 75,7 % und ist auf die rückläufige Nutzung der fossilen Energieträger, v. a. von Heizöl und Kohle, zurückzuführen. Die Treibhausgas-Emissionen aus den mobilen Quellen haben seit 1990 leicht zugenommen (+ 0,3 %).

3.4.5 Konsum landwirtschaftlicher Produkte

Die große Bedeutung der Viehwirtschaft in Österreich für das Emissionsgeschehen wurde bereits beschrieben. Der Verbrauch von Lebensmitteln auf Konsumenten- und Konsumentinnenseite ist dabei ein wichtiger Faktor zur Steuerung. Aktuelle Analysen zeigen, dass in entwickelten Ländern, wie Österreich, rund 20–30 % aller Treibhausgas-Emissionen dem Bereich Nahrungserzeugung inklusive Kochen und Abfallentsorgung zugeordnet werden können (HÖRTENHUBER 2020). Damit das Pariser Klimaübereinkommen erreicht werden kann, ist im Nationalen Klima- und Energieplan u. a. eine Reduktion des Fleischkonsums und eine Verringerung der Lebensmittelverschwendung gefordert (BMNT 2019a).

EU Farm to Fork Strategie für nachhaltige Lebensmittelsysteme

In der Farm to Fork-Strategie (EK 2020d) hat sich die EU u. a. zum Ziel gesetzt, den ökologischen und klimatischen Fußabdruck des Lebensmittelsystems der Union zu verkleinern und dessen Resilienz zu stärken. Dazu gehört auch – neben der nachhaltigen Lebensmittelproduktion durch die Landwirtschaft und der Förderung nachhaltiger Verfahren in den Bereichen Lebensmittelverarbeitung, Handel und Gastronomie – die Förderung eines nachhaltigen Lebensmittelverzehr und die Verringerung von Lebensmittelverschwendung. In der Strategie wird betont, dass der Übergang zu einer hauptsächlich pflanzlichen Ernährung mit weniger rotem Fleisch (Rind-, Schweine-, Lamm- und Ziegenfleisch) und verarbeiteten Fleischerzeugnissen hin zu mehr Obst und Gemüse nicht nur das Risiko lebensbedrohlicher Krankheiten wie Krebs verringert, sondern auch die Umweltauswirkungen des Lebensmittelsystems (EK 2020d).

Selbstversorgungsgrad und Konsum in Österreich

Der Grad der Selbstversorgung bei Lebensmitteln gibt an, inwieweit die Inlands-erzeugung eines landwirtschaftlichen Produktes die Gesamtverwendung im Inland (für Mensch, Tier und Industrie) abdeckt (STATISTIK AUSTRIA 2020k, 2021e). Österreich ist mit den eigenen landwirtschaftlichen Erzeugnissen gut ausgestattet, in vielen Bereichen der agrarischen Produktion könnte Österreich sogar ohne zusätzliche Importe auskommen. So gibt es gemäß Statistik Austria beispielsweise bei Rind- und Kalbfleisch im Jahr 2019 einen Selbstversorgungsgrad von 142 % und bei Schweinefleisch von 102 %.

Tabelle 20: Selbstversorgungsgrad von verschiedenen Fleischarten in Österreich in Schlachtgewicht in Tonnen (STATISTIK AUSTRIA 2020k).

Bilanzposten	Rind und Kalb	Schwein	Schaf und Ziege	Pferd	Innereien	Geflügel	Sonstiges (Wild)	Insgesamt
Bruttoeigenerzeugung*	222 889	470 260	7 852	218	67 850	134 063	7 155	910 287
Einfuhr lebender Tiere	22 770	34 867	81	25	6 715	21 387	-	85 845
Ausfuhr lebender Tiere	15 751	1 156	399	122	2 673	3 094	-	23 196
Nettoerzeugung (Inlandsschlachtungen)	229 907	503 971	7 534	120	71 893	152 356	7 155	972 936
Einfuhr	61 364	180 102	3 015	318	10 890	117 135	4 350	377 173
Ausfuhr	134 047	225 147	128	1	71 918	84 167	2 104	517 512
Inlandsverbrauch	157 224	458 925	10 420	437	10 865	185 324	9 401	832 597
Menschlicher Verzehr	105 340	323 542	6 930	323	2 825	110 268	6 346	555 574
Pro Kopf in kg	11,9	36,4	0,8	0,0	0,3	12,4	0,7	62,6
Selbstversorgungsgrad in %	142	102	75	50	624	72	76	109

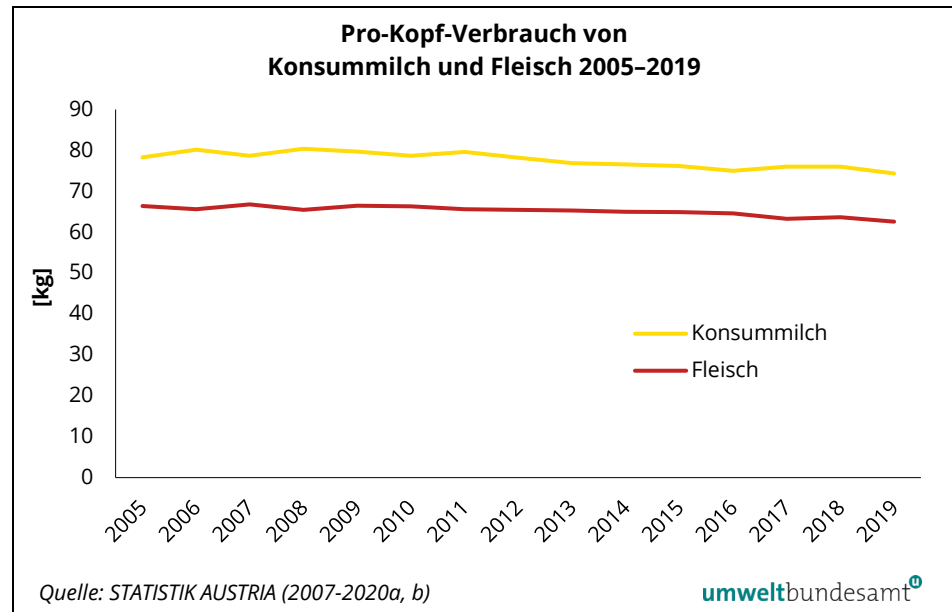
* Die Bruttoeigenerzeugung umfasst sämtliche im Inland erzeugten Tiere, unabhängig von der Schlachtung im In- oder Ausland. Sie errechnet sich aus den Inlandsschlachtungen (gewerbliche Schlachtungen und Hausschlachtungen) abzüglich der eingeführten und zuzüglich der ausgeführten Schlacht-, Nutz- und Zuchttiere. Die Position Innereien enthält auch genießbare Schlachtnebenprodukte. Menschlicher Verzehr: Die Angabe des Nahrungsverbrauchs von Fleisch erfolgt in Schlachtgewicht, d. h. einschließlich Knochen und Abschnittsfetten. Mit Hilfe von Koeffizienten werden die Knochen- und Sehnenanteile sowie jene Menge, die zu Hunde- und Katzenfutter verarbeitet wird, vom Inlandsverbrauch abgezogen. Verbrauch pro Kopf: Der Nahrungsverbrauch wird durch die Einwohnerzahl dividiert (STATISTIK AUSTRIA 2020k).

Die Ernährungsumstellung hin zu saisonalen, regionalen und mehr pflanzlichen Produkten ist ein wichtiger Hebel zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen aus der Landwirtschaft.

Von 2005 bis 2019 ist der Fleischkonsum in Österreich um 5,8 % auf 62,6 Kilogramm pro Kopf und Jahr gesunken (STATISTA 2021). Damit liegt dieser jedoch immer noch um ein Vielfaches über den Empfehlungen von WHO und der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) von max. 23 kg Fleisch/Person und Jahr (BMGF 2017). Gemäß Euromonitor-Daten aus dem Jahr 2017 lag Österreich beim Fleischkonsum im EU-Vergleich auf Rang eins, noch vor Portugal und der Tschechischen Republik.

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Konsummilch in Österreich betrug 2019 74,4 kg. Dieser ist in Österreich in den letzten Jahren ebenso etwas zurückgegangen mit rund 5,0 % zwischen 2005 und 2019.

Abbildung 92:
Pro Kopf-Verbrauch von
Konsummilch und
Fleisch, 2005–2019.



Futtermittel von Ackerflächen und standortangepasste Tierhaltung

Die Fleischproduktion über den Anbau von Futtermitteln auf Ackerflächen bedeutet einen hohen Energieeinsatz und Flächenbedarf an Ackerland, welches sonst direkt für die menschliche Ernährung genutzt werden könnte. Nach der Versorgungsbilanz für Getreide für das Jahr 2019/2020 (STATISTIK AUSTRIA 2021f) wurden in Österreich ca. 47 % des verwendeten Getreides (inklusive Körnermais) verfüttert. Das entspricht 54 % der nationalen Erzeugung. Zur direkten Ernährung wurden hingegen nur 17 % verwendet. Fast die doppelte Menge (30 %) ging in die Industrielle Verwertung inklusive Brauereien. Eine Reduktion des Bedarfes an Ackerflächen für Futtermittelanbau von könnte erhebliche Ackerflächen für andere Verwendungen freisetzen. Global wird ca. ein Drittel der Weltgetreideproduktion für Futterzwecke verwendet (FAO 2011, STEINFELD et al. 2006) bzw. auf 71 % der Ackerflächen werden Futtermittel angebaut (RASCHKA & CARUS 2012). Die globale Ausweitung von Ackerflächen wird als Haupttreiber für die Rodung tropischer Wälder gesehen (UMWELTBUNDESAMT 2013).

Eine standortangepasste flächengebundene Tierhaltung kann aber einen wichtigen Beitrag zu Ernährungssicherung und Klimaschutz leisten. In Österreich ist der Grünlandanteil mit 46 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche sehr hoch. Diese Flächen könnten ausschließlich mit Wiederkäuern zur Erzeugung von Lebensmitteln genutzt werden. Grünlandbasierte Wiederkäuerhaltung leistet darüber hinaus u. a. einen wichtigen Beitrag für die Offenhaltung der Kulturlandschaft und der Erhaltung des Bodens als wertvollen Kohlenstoffspeicher.

Reduktion von Lebensmittelabfällen

Die Produktion von Lebensmitteln bis hin zu den essfertigen Speisen erfordert Rohstoffe und Energie und hat neben ökonomischen auch soziale und ökologi-

sche Auswirkungen. Wenn die Speisen weggeworfen werden, wird dieser Einsatz verschwendet und die Abfälle müssen entweder getrennt oder mit anderen Abfällen vermischt entsorgt werden. Durch Vermeidung von Lebensmittelabfällen bzw. einen sparsameren Umgang mit Lebensmitteln lassen sich Emissionsreduktionen nicht nur in der Abfallwirtschaft, sondern vielmehr in vorgelagerten Prozessen (Landwirtschaft, Transport, Industrie, Energie) erreichen (BMNT 2019a).

Die Reduktion von Lebensmittelabfällen in Haushalten sowie entlang der gesamten Wertschöpfungskette, insbesondere im Handel und in der Verarbeitung, ist ein Kernelement auf dem Weg zur Nachhaltigkeit (EK 2020d). Auf EU-Ebene gehen jährlich mindestens 227 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, d. h. rund 6 % der Gesamtemissionen der EU, auf Lebensmittelabfälle zurück (alle Phasen des Lebenszyklus, Auswertung für 2012) (EU FUSIONS 2016 in EK 2020d).

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette fallen in Österreich vermeidbare Lebensmittelabfälle im Ausmaß von rund 577.000 Tonnen an (HIETLER & PLADERER 2019). Die größte Menge liegt bei den privaten Haushalten (157.000 Tonnen im Restmüll, 49.000 Tonnen in der Biotonne), gefolgt von der außer-Haus-Verpflegung (175.000 Tonnen). 121.800 Tonnen entfallen auf die österreichische Lebensmittelproduktion (davon sind 35.600 Tonnen Brot und Gebäck als Retourware vom Handel). Fast die Hälfte aller vermeidbaren Lebensmittelabfälle in der Lebensmittelproduktion fallen in der Branche Backwaren an. Weitere 74.100 Tonnen Lebensmittelabfälle stammen aus dem Lebensmittel Einzelhandel.

Die Europäische Kommission und auch Österreich bekennen sich zum Ziel 12.3 der UN-Agenda 2030 zur nachhaltigen Entwicklung, die Lebensmittelabfälle pro Kopf auf Ebene des Einzelhandels und der Verbraucher bis zum Jahr 2030 um 50 % zu reduzieren (EK 2020d, HIETLER & PLADERER 2019).

3.5 Sektor Abfallwirtschaft

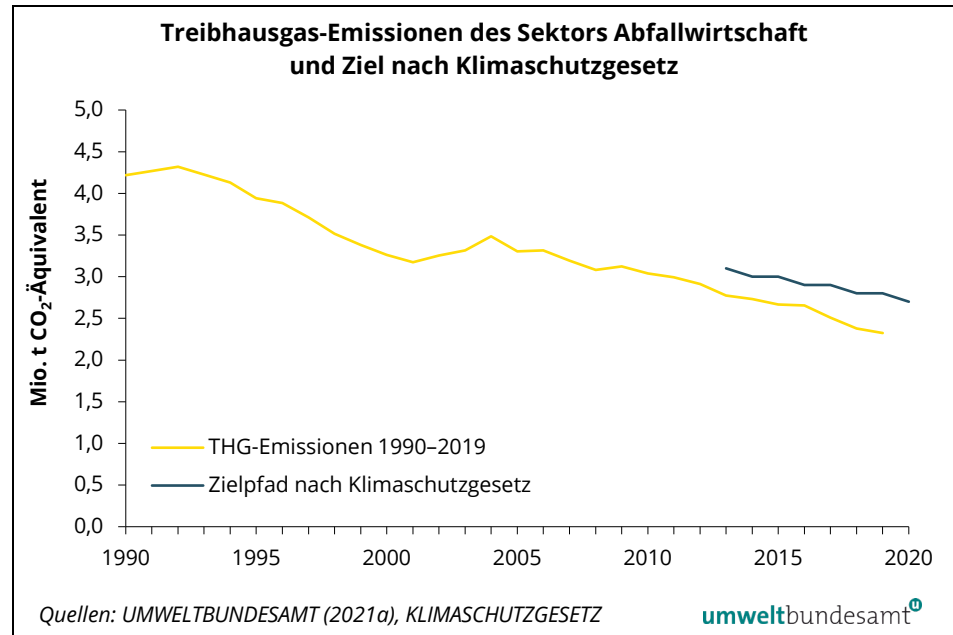
Sektor Abfallwirtschaft			
THG-Emissionen 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
2,3	2,9 %	- 2,3 %	- 44,9 %

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Im Jahr 2019 verursachte der Sektor Abfallwirtschaft Emissionen im Ausmaß von 2,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lag somit um 0,48 Mio. Tonnen unter der sektoralen Höchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz. Der Sektor Abfall umfasst etwa 2,9 % der österreichischen Treibhausgas-Emissionen. Im Vergleich zu 2018 sind die Emissionen um 2,3 % zurückgegangen. Diese Reduktion ist auf die rückläufige Deponiegasbildung zurückzuführen, die Emissionen aus der Abfallverbrennung sanken nur geringfügig. Bezogen auf das Jahr 1990 kam es zu

einer Emissionsabnahme um 44,9 %, hauptsächlich aufgrund der sinkenden Emissionen aus Abfalldeponien. Neben der verstärkten Abfalltrennung beginnend in den 90er-Jahren ist ab 2004 bzw. ab 2009 vor allem die in Österreich flächendeckend verpflichtende (Vor-)Behandlung von Abfällen gemäß Deponieverordnung für den Rückgang verantwortlich. Zusätzlich führten die verstärkte mechanisch-biologische Behandlung von Siedlungsabfällen sowie die gegenüber 1990 höhere Deponiegaserfassung zu einer Abnahme der Emissionen in dieser Subkategorie.

Abbildung 93:
Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Abfallwirtschaft, 1990–2019, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



Verursacher Die Treibhausgas-Emissionen des Sektors stammen aus der Abfallverbrennung, der Deponierung, der biologischen Abfallbehandlung (Kompostierung, Vergärung), der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung sowie der Abwasserbehandlung und -entsorgung.

Die Abfallverbrennung ist aktuell für 46 % der Treibhausgas-Emissionen des Sektors verantwortlich, Deponien für 38 %. Die Abwasserbehandlung und -entsorgung verursachte ebenso wie die biologische Abfallbehandlung (vor allem die Kompostierung) rund 8 % der Treibhausgase in diesem Sektor.

Während die Methan-Emissionen aus Deponien zurückgehen (– 76 % gegenüber 1990), verzeichnen die Treibhausgas-Emissionen aus der Abfallverbrennung mit anschließender Energiegewinnung einen deutlich ansteigenden Trend (+ 263 %), allerdings von einem geringen Ausgangsniveau 1990 ausgehend (UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Tabelle 21: Hauptverursacher der Emissionen des Abfallwirtschaftssektors (in 1.000 t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Hauptverursacher	1990	2018	2019	Veränderung 2018–2019	Veränderung 1990–2019	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2019
Deponien	3.644	939	882	- 6,0 %	- 76 %	1,11 %
Biologische Abfallbehandlung	36	179	183	+ 2,3 %	+ 411 %	0,23 %
Abfallverbrennung (mit anschließender Energiegewinnung)	293	1.069	1.064	- 0,4 %	+ 263 %	1,33 %
Abwasserbehandlung und -entsorgung	219	191	192	+ 0,8 %	- 12 %	0,24 %

3.5.1 Deponien

trendbestimmende Faktoren Die Methan-Emissionen aus Deponien hängen vor allem von folgenden Parametern ab:

- Summe der über die Jahre deponierten Abfallmengen mit relevantem organischem Anteil,
- Zusammensetzung des deponierten Abfalls bzw. Gehalt an abbaubarer organischer Substanz im Abfall,
- Deponiegaserfassung und -behandlung.

Einen wesentlichen Einfluss auf diese Parameter haben das Abfallwirtschaftsgesetz 1990 (AWG 1990; BGBl. Nr. 325/1990) bzw. das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002; BGBl. I Nr. 102/2002) mit seinen begleitenden Fachverordnungen, insbesondere die

- Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle (VO BGBl. Nr. 68/1992),
- Verpackungsverordnung (VerpackVO; BGBl. Nr. 648/1996; VerpackVO 2014 (BGBl. II Nr. 184/2014),
- Deponieverordnung 1996 (BGBl. II Nr. 164/1996 i.d.F. BGBl. II Nr. 49/2004),
- Deponieverordnung 2008 (BGBl. II Nr. 39/2008 i.d.F. BGBl. II Nr. 291/2016).

(Vor-)Behandlung von Abfällen Die Vorgaben der Deponieverordnung erfordern grundsätzlich ab dem Jahr 2004 und ausnahmslos ab dem Jahr 2009 eine (Vor-)Behandlung von Abfällen mit höheren Gehalten an organischem Kohlenstoff, da mit wenigen Ausnahmen eine Ablagerung von Abfällen mit mehr als fünf Masseprozent organischem Kohlenstoff (TOC) nicht mehr erlaubt ist. Aufgrund damals bestehender Kapazitätsengpässe bei den Behandlungsanlagen durften in einigen Bundesländern (Kärnten, Tirol, Vorarlberg, Wien) noch bis 31.12.2008 und im Burgenland bis 31.12.2004 unbehandelte Abfälle abgelagert werden (Ausnahmeregelung). Als Behandlungsverfahren kommen in Österreich dabei die aerobe mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) oder die thermische Abfallbehandlung zur Anwendung.

Die Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle und die Verpackungsverordnungen haben dazu geführt, dass biogene Abfälle und Packstoffe (u. a. Papier, Karton, Pappe, Metalle, Kunststoffe, Materialverbunde) in hohem Maße einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Diese beiden Verordnungen hatten vor dem Inkrafttreten des Ablagerungsverbotes gemäß der Deponieverordnung sowohl Einfluss auf die Zusammensetzung als auch auf die Menge des abgelagerten Restmülls. Durch die Deponieverordnung haben die genannten Verordnungen im Hinblick auf die Deponiegasbildung an Bedeutung verloren.

Jährlich deponierte Menge an Abfällen mit relevantem organischem Anteil

Für die Emissionsberechnungen werden ausschließlich jene deponierten Abfallarten berücksichtigt, welche aufgrund ihres organischen Anteils zur Bildung von Treibhausgasen bei der Deponierung beitragen. Gemischter Siedlungsabfall aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen (Restmüll) ist aufgrund des sich über mehrere Jahre erstreckenden Abbaus trotz der Vorgaben der Deponieverordnung nach wie vor die bedeutendste Abfallart für die Deponiegasbildung.

trendbestimmende Faktoren

Bereits von Anfang bis Mitte der 1990er-Jahre ist die Menge der jährlich neu deponierten Abfälle mit relevantem organischem Anteil deutlich zurückgegangen. Dieser Rückgang war nicht auf ein sinkendes Abfallaufkommen zurückzuführen, sondern auf vermehrte Abfalltrennung und eine verstärkte Wiederverwendung bzw. ein stärkeres Recycling von getrennt gesammelten Siedlungsabfallfraktionen.

Abfallbehandlungs- anlagen

Für die deutlich sinkende, jährlich deponierte Abfallmenge ab dem Jahr 2004 (siehe Abbildung 94) war neben der getrennten Erfassung und Verwertung von Altstoffen (v. a. Papier und biogene Abfälle) insbesondere die verstärkte thermische und mechanisch-biologische Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen entscheidend. In Österreich standen im Jahr 2019 zur Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen und Klärschlamm zahlreiche großtechnische Anlagen zur Verfügung:

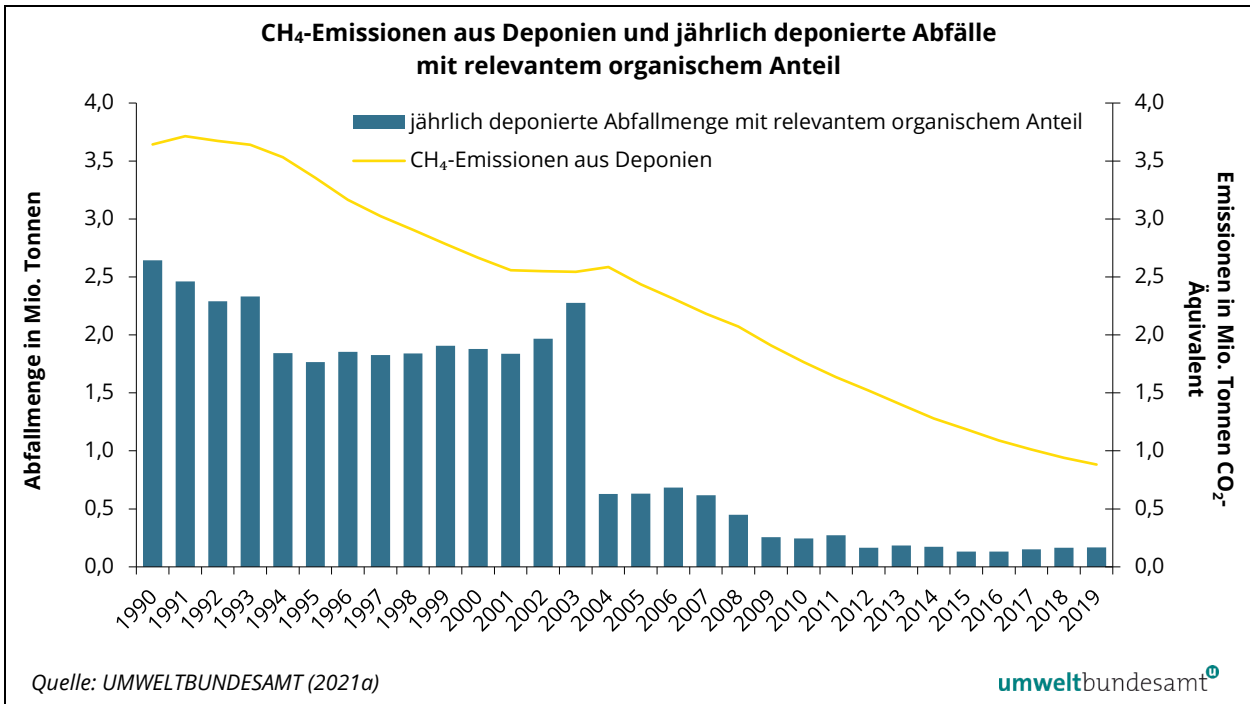
- 11 Anlagen zur thermischen Behandlung von Siedlungsabfällen;
- 15 Anlagen zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung von gemischtem Siedlungsabfall und sonstigen Abfällen (BMK 2021b).

Der kurzfristige Anstieg der abgelagerten Mengen zwischen 2002 und 2003 ist darauf zurückzuführen, dass kurz vor Inkrafttreten des grundsätzlichen Ablagerungsverbotes noch größere Mengen, insbesondere aus der Räumung von Altlasten, unbehandelt deponiert wurden.

Mit 31.12.2008 sind die letzten Ausnahmeregelungen für das Verbot der Deponierung unbehandelter Abfälle ausgelaufen und der entsprechende Aufbau an Behandlungskapazitäten in den Bundesländern wurde vollzogen.

Bei den ab dem Jahr 2009 abgelagerten Abfällen mit relevantem organischem Anteil handelt es sich weitestgehend um vorbehandelte Abfälle aus der mechanisch-biologischen Behandlung. Die abgelagerten Abfälle halten die Vorgaben der Deponieverordnung 2008 ein.

Abbildung 94: Methan-Emissionen aus Deponien und jährlich deponierte Abfälle mit relevantem organischem Anteil, 1990–2019.



Organischer Anteil im Abfall

Entstehung von Deponiegas

In Deponien werden organische Substanzen von Mikroorganismen als Nahrungsquelle genutzt und teilweise zu Deponiegas umgesetzt. Je mehr abbaubare organische Substanz im Abfall enthalten ist, umso mehr Deponiegas entsteht. Dieses besteht zu etwa 55 % aus Methan. Für die jährlichen Emissionen sind jedoch nicht nur die in einem bestimmten Jahr abgelagerten Mengen relevant, sondern auch die in den vorangegangenen Jahren deponierten.

Vor allem durch die Einführung der getrennten Erfassung und Behandlung von Bioabfall und Papier hat sich der Gehalt an abbaubarem organischem Kohlenstoff (DOC) im Restmüll zunächst bis zum Jahr 2000 deutlich verringert. Trotz etablierter Verwertung von getrennt gesammelten biogenen Abfällen in Kompost- oder Biogasanlagen sind die DOC-Gehalte im Restmüll seit 2000 wieder angestiegen. Dies ist u. a. auf die Zunahme von Lebensmittelabfällen im Restmüll zurückzuführen. Da die Ablagerung von unbehandeltem Restmüll ab dem Jahr 2004 stark zurückgegangen ist und Restmüll seit 2009 ausnahmslos vorbehandelt werden muss, ist dies jedoch nicht mehr mit steigenden Treibhausgas-Emissionen aus Deponien verbunden.

Deponiegaserfassung und -behandlung

Verwertung ist vorrangig

Die Deponieverordnung sieht eine Erfassung und Ableitung entstehender Deponiegase vor. Das gefasste Deponiegas ist vorrangig einer Verwertung (z. B. Verbrennung mit Nutzung des Energieinhalts) oder, wenn dies nicht möglich ist, einer Beseitigung (Abfackelung) zuzuführen.

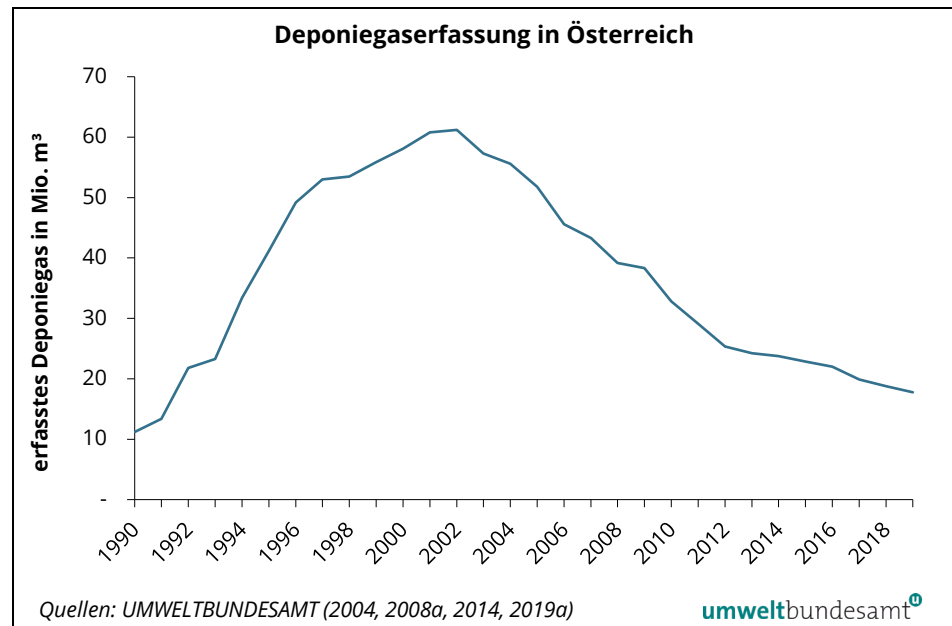
Vom Umweltbundesamt wurden bereits wiederholt deponiegasrelevante Angaben von Deponiebetreibern mittels Fragebogen abgefragt (UMWELTBUNDESAMT 2004, 2008a, 2014, 2019d). Ein Hauptziel war es, die erfassten Deponiegasmengen und Methanfrachten zu erheben und die jeweilige Verwertung bzw. Behandlung darzustellen.

Ursachen der sinkenden Deponiegasmengen

Zwischen 2002 und 2019 sind die erfassten Deponiegasmengen um rund 71,0 % gesunken. Dies hat mehrere wesentliche Ursachen:

- Durch das Verbot der Ablagerung von Abfällen mit hohem organischem Anteil ab 2004 (bzw. in Ausnahmefällen ab 2009) nahm die Deponiegasproduktion stark ab, da die Gasproduktion zum Großteil nur noch auf den in früheren Jahren abgelagerten Abfällen beruht.
- Bereits vor Inkrafttreten der Deponieverordnung im Jahr 2004 wurde auf Deponien vorbehandeltes Material, das bedeutend weniger zur Gasbildung beiträgt, in relevanten Mengen abgelagert.
- Durch die Einführung u. a. der Biotonne und der Altpapiersammlung änderte sich die Zusammensetzung des Restmülls, wodurch sich das Gasbildungspotenzial der Abfälle (das über Jahrzehnte, wenn auch abnehmend, wirksam ist) verändert hat.

Abbildung 95:
Entwicklung der Deponiegaserfassung in Österreich, 1990–2019.



Verwertung des Deponiegases

Von der erfassten Gasmenge wurden 2017 ca. 25 % ausschließlich zur Gewinnung von Strom verwendet, ca. 56 % wurden bei der Verstromung auch thermisch verwertet. 1 % wurde rein thermisch genutzt und der Rest (ca. 18 %) wurde ohne

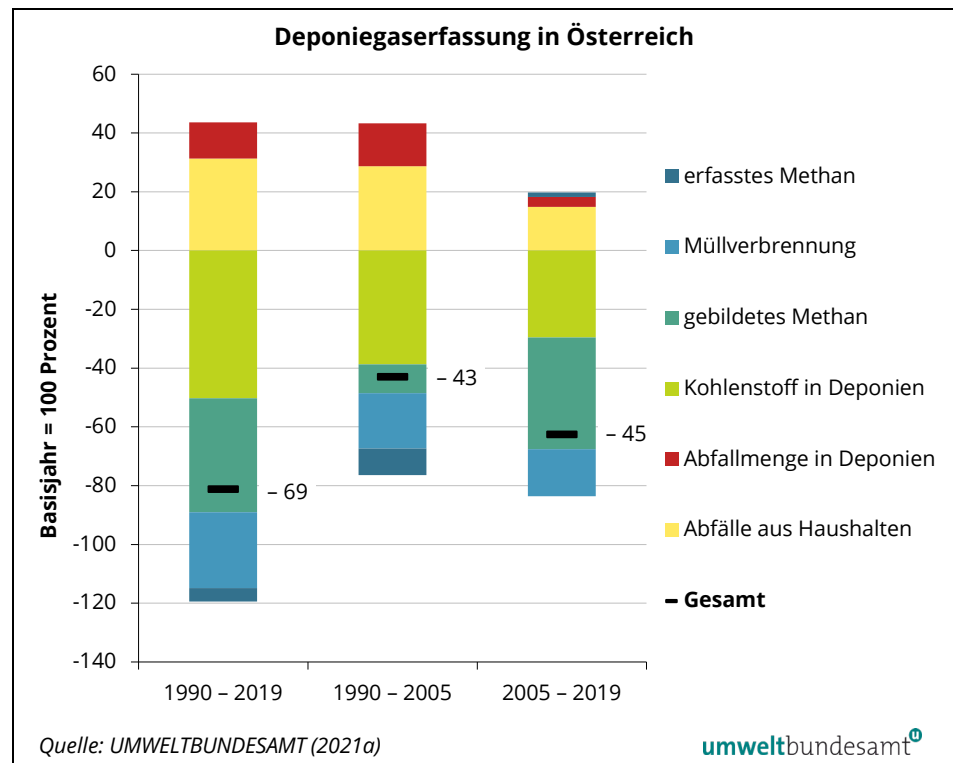
energetische Nutzung abgefackelt, v. a. auf kleinen Deponien (UMWELTBUNDESAMT 2019c).⁶⁴

3.5.1.1 Komponentenerlegung

Nachstehend wird die Wirkung relevanter Einflussgrößen auf die Entwicklung der Methan-Emissionen aus Deponien dargestellt. Die Emissionen der Jahre 1990, 2005 und 2019 werden einander gegenübergestellt und anhand der Methode der Komponentenerlegung analysiert.

Die Größe der farbigen Balkensegmente in der Abbildung spiegelt das Ausmaß der Beiträge (in % zur Veränderung der CO₂-Emissionen) der einzelnen Parameter wider (wobei Balkenteile im positiven Bereich einen emissionserhöhenden Effekt, Balkenteile im negativen Bereich einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnen). Die schwarzen Linien zeigen die gesamte Veränderung der Emissionen in Prozent über den Betrachtungszeitraum. Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 96:
Komponentenerlegung
der Methan-Emissionen
aus Deponien.



⁶⁴ Dies verringert die Treibhausgas-Emissionen, da Methan bei der Verbrennung zu Kohlenstoffdioxid oxidiert, welches ein geringeres Treibhausgas-Potenzial hat.

Einflussfaktoren	Definition
Abfälle aus Haushalten	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des steigenden Abfallaufkommens aus Haushalten von 2,5 Mio. Tonnen (1990) auf 3,5 Mio. Tonnen (2005) und 4,5 Mio. Tonnen (2019) ergibt. ⁶⁵
Abfallmenge in Deponien	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden Abfallmenge mit relevantem organischem Anteil auf Deponien ergibt. Die Summe der seit 1950 deponierten Abfallmengen stieg von 79 Mio. Tonnen (1990) auf 106 Mio. Tonnen (2005) und 110 Mio. Tonnen (2019). Bei Betrachtung der jährlich neu deponierten Menge Abfall zeigt sich hingegen (speziell von 2003 auf 2004) eine deutliche Verringerung, die auf das Inkrafttreten des Ablagerungsverbot der Deponieverordnung zurückzuführen ist.
Müllverbrennung	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils der Müllverbrennung der Haushaltsabfälle von 7 % (1990) auf 26 % (2005) und 43 % (2019) ergibt. ⁶⁵
erfasstes Methan	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils des emittierten Methans von 88 % (1990) auf 79 % (2005) und 81 % (2019) bzw. des steigenden Anteils des erfassten Methans, bezogen auf das gesamt gebildete Methan, ergibt.
gebildetes Methan	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der sinkenden Methanbildung pro Tonne Gesamt-Kohlenstoff auf Deponien von 47 kg CH ₄ /Tonne Kohlenstoff (1990) auf 41 kg CH ₄ /Tonne Kohlenstoff (2005) und 23 kg CH ₄ /Tonne Kohlenstoff (2019) ergibt. Durch diesen Parameter wird erkennbar, dass sich der Anteil des abbaubaren Kohlenstoffs am gesamten (abbaubaren und nicht abbaubaren) Kohlenstoff seit 1990 verringert hat. Dies ist darauf zurückzuführen, dass einerseits die jährlichen abbaubaren Kohlenstoffeinträge sinken und andererseits im Zeitablauf der nicht abbaubare Kohlenstoff in der Deponie akkumuliert.
Kohlenstoff in Deponien	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden organischen Kohlenstoffgehaltes pro Tonne (insgesamt) deponierten Abfalls von durchschnittlich 0,05 Tonnen C/Tonne Abfall (1990) auf durchschnittlich 0,03 Tonnen C/Tonne Abfall (2005) und 0,02 Tonnen C/Tonne Abfall (2019) ergibt. Dieser Effekt ist auf die seit Inkrafttreten der Deponieverordnung verpflichtende Vorbehandlung von Abfällen (v. a. in Verbrennungsanlagen und in mechanisch-biologischen Anlagen) zurückzuführen.

Maßnahmen wie die getrennte Erfassung von Abfällen und deren Verwertung können das Ausmaß der auf Deponien abgelagerten Abfälle mitsteuern. Durch die Reduktion des organischen Anteils im abgelagerten Abfall, die durch die Verpflichtung zur Abfall-(Vor-)Behandlung gemäß Deponieverordnung erzielt wurde, konnten die Emissionen des Sektors reduziert werden. In weiterer Folge sind die abbaubaren Kohlenstoffeinträge und damit das gebildete Methan je abgelagerter Tonne Abfall stark gesunken.

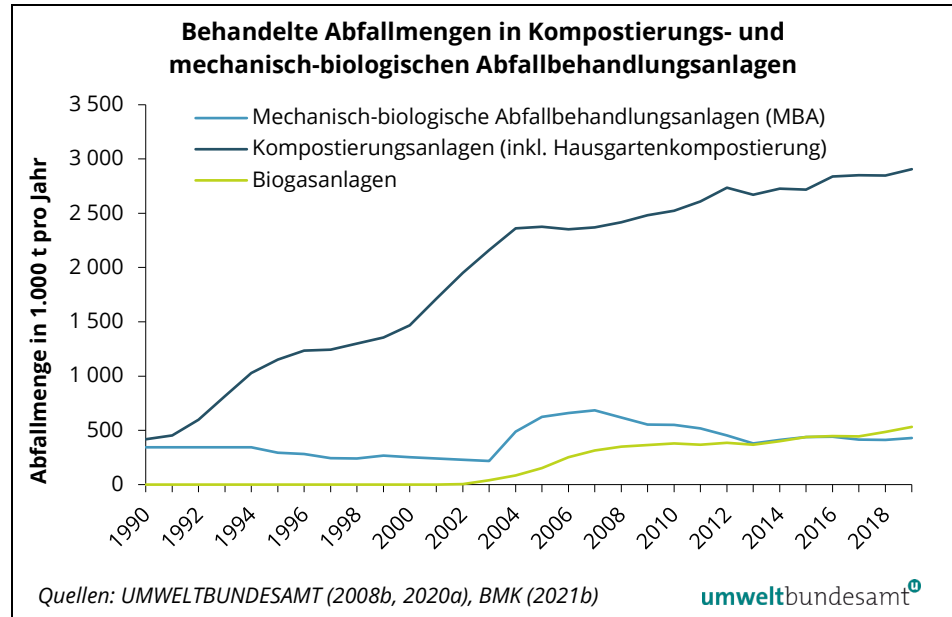
3.5.2 Aerobe und anaerobe biologische Abfallbehandlung

Die Verwertung von Grünabfällen und getrennt erfassten biogenen Abfällen aus Haushalten erfolgt in Österreich in kommunalen oder gewerblichen Kompostierungsanlagen, in Biogasanlagen sowie in Form von Einzelkompostierung (Hausgartenkompostierung). Ein nicht unbedeutender Anteil der Grünabfälle verrottet aber auch direkt am Anfallsort.

⁶⁵ Haushaltsaufkommen und Anteil der Müllverbrennung liegen bis 2015 vor. Die Werte für 2016 wurden extrapoliert.

- steigendes Abfallaufkommen** Ein deutlicher Anstieg des Aufkommens an Grünabfällen und getrennt erfassten biogenen Abfällen aus Haushalten war in der Zeit zwischen Veröffentlichung der Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle im Jahr 1992 (VO BGBl. Nr. 68/1992) und deren Inkrafttreten 1995 zu verzeichnen. Ein zweiter markanter Anstieg ist ab dem Jahr 2000 feststellbar. Grund dafür waren erhöhte Sammelanstrengungen wegen des ab 2004 geltenden Ablagerungsverbot von Abfällen mit hohen organischen Anteilen in den Bundesländern, die die Ausnahmeregelung der Deponieverordnung nicht beansprucht haben (siehe Abbildung 97). Auch die Anhebung der Altlasten (ALSAG)-Beiträge für die Ablagerung derartiger Abfälle ab 2004 trug zum Anstieg des Aufkommens bei.
- aerobe mechanisch-biologische Abfallbehandlung** Durch das Inkrafttreten des Ablagerungsverbotes durch die Deponieverordnung (2004) gewann die aerobe mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) von gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen an Bedeutung. Bei einer MBA handelt es sich um eine verfahrenstechnische Kombination mechanischer und biologischer Prozesse. Im mechanischen Prozess werden Metalle und heizwertreiche Bestandteile zur stofflichen und energetischen Verwertung abgetrennt, im biologischen Prozess wird eine Deponiefraktion mit geringer biologischer Restaktivität erzeugt.
- Neben der mechanisch-biologischen Behandlung zum Zweck der Deponierung existiert in Österreich auch eine mechanisch-biologische Behandlung vor einer thermischen Behandlung. Hierbei wird der Abfall vor der thermischen Behandlung zerkleinert und homogenisiert und mitunter lediglich von Sperr- und Störstoffen sowie eisenhaltigen- und gegebenenfalls nicht-eisenhaltigen Metallen befreit und zur Reduktion des Feuchtegehalts einer biologischen Behandlung (z. B. biologische Trocknung oder Teilrotte) zugeführt.
- Behandlungskapazitäten der MBA** Die Behandlungskapazitäten der MBA haben sich ab 2003 gegenüber 1990 mehr als verdoppelt, wodurch auch die behandelten Abfallmengen (v. a. gemischte Siedlungsabfälle) wesentlich zugenommen haben. Die ab 2007 sinkenden Mengen sind auf Anlagenumstellungen und -schließungen zurückzuführen. Seit 2013 verlaufen die behandelten Mengen auf einem relativ konstanten Niveau.

Abbildung 97:
Menge der aerob und anaerob biologisch behandelten Abfälle, 1990–2019.



emittierte Treibhausgase

Die wichtigsten bei der Kompostierung und der aeroben mechanisch-biologischen Abfallbehandlung gebildeten Treibhausgase sind Methan und Lachgas. Bei den biologischen Rotteprozessen werden die im Abfall enthaltenen organischen biologisch verfügbaren Substanzen durch aerobe Mikroorganismen abgebaut bzw. zu langfristig stabilen organischen Verbindungen (Huminstoffen) umgebaut. Generell sollten die Rotteprozesse mit dem Ziel der möglichst geringen Freisetzung von treibhausrelevanten Emissionen betrieben werden. Die Bildung anaerober Zonen, in denen sich Methan bildet, kann jedoch nicht vollständig verhindert werden.

Biogasanlagen

Die Behandlung von organischen Abfällen in Biogasanlagen (Vergärung) erfolgt unter anaeroben Bedingungen. Das erzeugte Biogas besteht aus rund 60 % Methan und wird großteils für die Produktion von Strom und/oder Wärme eingesetzt. Zunehmend wird Biogas auch zu „Biomethan“ aufbereitet und beispielsweise als Treibstoff eingesetzt oder ins Gasnetz eingespeist. Bei Biogasanlagen kann Methan während Störfällen oder durch undichte Stellen austreten sowie aus Gärrestlagern, die nicht gasdicht abgedeckt sind, emittiert werden.

Der Anstieg der in Biogasanlagen behandelten Abfallmengen ist primär auf die Erlassung des Ökostromgesetzes im Jahr 2002 zurückzuführen, das fixe Einspeisetarife garantierte. Seit 2008 steigen die behandelten Mengen nur noch geringfügig.

3.5.3 Abfallverbrennung

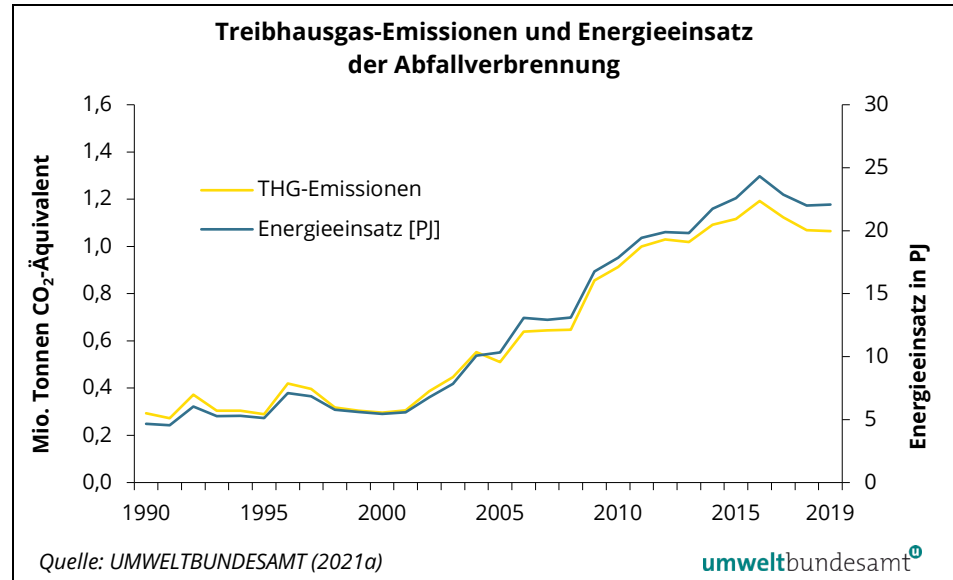
starke Zunahme der Treibhausgas-Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen aus der Abfallverbrennung haben sich seit 1990 mehr als verdreifacht. Sie lagen im Jahr 2019 bei 1,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, sind jedoch gegenüber dem Vorjahr um 0,4 % gesunken. Hier werden vor allem Hausmüll oder hausmüllähnliche Abfälle, Sonderbrennstoffe sowie gefährliche Abfälle berücksichtigt. Abbildung 98 zeigt den Verlauf der

Treibhausgas-Emissionen und den Energieeinsatz der eingesetzten brennbaren Abfälle (inklusive erneuerbarem Anteil). Der Energieeinsatz hat im Jahr 2019 rund 22,1 PJ betragen.

Durch die Zunahme der Abfallverbrennung sinken die Emissionen im Sektor Energie und Industrie.

Abbildung 98:
Treibhausgas-Emissionen und Energieeinsatz der Abfallverbrennung, 1990–2019.



3.5.4 Abwasserbehandlung und -entsorgung

kommunale Kläranlagen

In Österreich erfolgt die Behandlung kommunaler Abwässer vorwiegend in kommunalen Kläranlagen. Zum Schutz der Gewässer und aus hygienischen Gründen wurden in den letzten Jahren ländliche Gebiete verstärkt an Kläranlagen angeschlossen. Diese Entwicklung sowie die zunehmende Verstädterung haben dazu geführt, dass sich der Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation von 71 % (1991) auf 95,9 % (2018) erhöht hat (BMLRT 2020a).

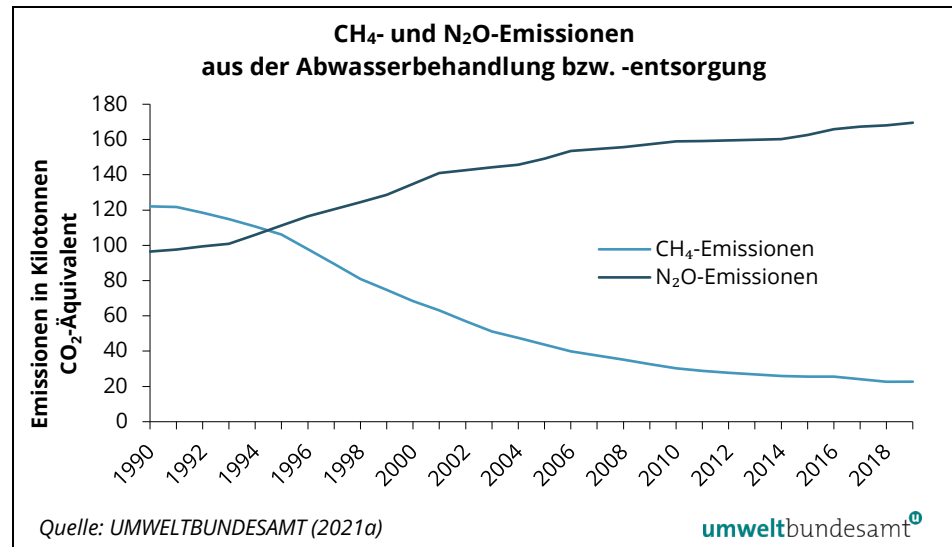
Gleichzeitig nahm die Bedeutung von Senkgruben – und damit auch die Höhe der **Methan**-Emissionen⁶⁶ – deutlich ab. Im Jahr 2019 wurden 774 Tonnen Methan aus dieser Quelle emittiert und damit um 84,0 % weniger als im Jahr 1990 (4.850 Tonnen) (UMWELTBUNDESAMT 2021 a).

Emissionen aus der industriellen Abwasserreinigung machen nur einen geringen Anteil aus: Nur 0,5 % der N₂O- und 15 % der CH₄-Emissionen aus der Abwasserbehandlung werden durch die industrielle Abwasserbehandlung „vor Ort“ verursacht.

Den Methan-Emissionen stehen Einsparungen im Sektor Energie gegenüber, die mit der Erfassung und energetischen Nutzung des bei der Abwasserreinigung gebildeten Methans in Zusammenhang stehen.

⁶⁶ In Senkgruben herrschen anaerobe Bedingungen, welche zur Bildung von Methan führen.

Abbildung 99:
Methan- und Lachgas-
Emissionen aus der kom-
munalen und industriellen
Abwasserbehandlung
bzw. -entsorgung,
1990–2019.



trendbestimmende Faktoren für NO₂

Die **Lachgas**-Emissionen sind um 75 % angestiegen – von 324 Tonnen (1990) auf 569 Tonnen (2019). Der Großteil der N₂O-Emissionen wird in Form direkter Emissionen von kommunalen Kläranlagen emittiert, ein Teil wird aus Oberflächengewässern freigesetzt (indirekte Emissionen), ein weiterer geringer Teil der Emissionen (0,5 %) entsteht bei der industriellen Abwasserreinigung. Der Anstieg der Lachgas-Emissionen ist vor allem durch den höheren Anschlussgrad an Kläranlagen bedingt, da bei den direkten Emissionen ein höherer Emissionsfaktor als bei den indirekten Emissionen angesetzt wird. Ebenfalls deutlich erhöhend wirkte die Bevölkerungszunahme von 15,6 % zwischen 1990 und 2019.

mikrobiologische Umwandlungsprozesse

In aquatischen Systemen, wie auch in Kläranlagen, entsteht Lachgas aus mikrobiologischen Prozessen, v. a. als Nebenprodukt bei der Umwandlung von Ammonium über Nitrat in elementaren Stickstoff (Nitrifikation und Denitrifikation). Die Denitrifikation bei der Abwasserbehandlung in Kläranlagen ist das einzige in Österreich angewandte Verfahren, um die von der Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser (AEV; BGBl. 210/1996) geforderten Einleitbedingungen für Anlagen größer 5.000 EW⁶⁷ in Gewässer zu erfüllen. Sie ist ein bedeutender Abwasserreinigungsschritt zum Schutz der Gewässerökologie, da über den Klärschlamm nur ein Teil des Stickstoffs (25–30 %) entzogen wird. Die Vorgaben für die Stickstoffentfernung aus dem Abwasser gemäß Abwasseremissionsverordnung sind weitgehend erfüllt. Insgesamt stieg der durchschnittliche Stickstoffentfernungsgrad (Durchschnitt der Kläranlagen > 50 EW) von 10 % im Jahr 1990 auf 80,5 % im Jahr 2019.

Durch gezielte betriebliche Maßnahmen zur Optimierung der Stickstoffentfernung (z. B. Anpassung der Belüftung, Schaffung von günstigen Denitrifikationsbedingungen) kann die Lachgas-Produktion reduziert werden (BMLFUW 2015b). Die Lachgas-Emissionen werden dadurch künftig nicht oder nur geringfügig – in Abhängigkeit von der Bevölkerungsentwicklung – weiter ansteigen.

⁶⁷ EW₆₀ bezeichnet eine Schmutzfracht des ungereinigten Abwassers von 60 g BSB₅ (= biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen) pro Einwohnerwert und Tag.

3.6 Sektor Fluorierte Gase

Sektor Fluorierte Gase			
THG-Emissionen 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
2,2*	2,8 %	- 22 %	+ 35,2 %

* inkl. NF₃

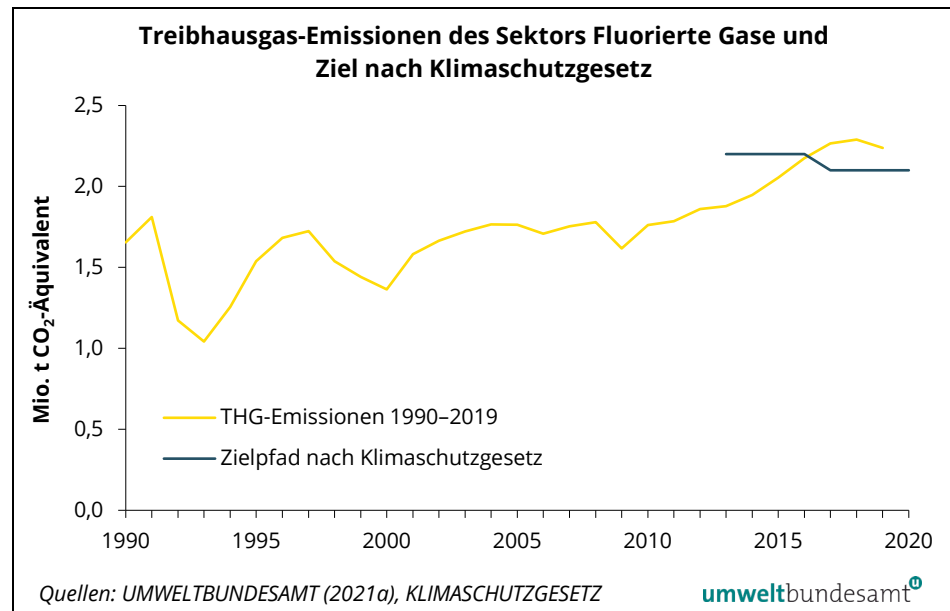
Hauptverursacher

Der Sektor Fluorierte Gase (F-Gase) verursachte im Jahr 2019 Emissionen im Ausmaß von 2,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und damit 2,8 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen. Dieser Sektor umfasst die Emissionen von Schwefelhexafluorid (SF₆) sowie der (teil- und voll-)fluorierten Kohlenwasserstoffe (HFKW, FKW) und Stickstofftrifluorid (NF₃).⁶⁸ Die Anwendungsbereiche fluorierter Gase sind sehr unterschiedlich und reichen vom Kälte- und Klimabereich (Kühl- und Klimaanlage) über Schaumstoffe (wie Dämmplatten, Montageschäume und Matratzen) und Halbleiterherstellung bis zu Schallschutzfenstern.

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Emissionen des Sektors Fluorierte Gase lagen 2019 um etwa 0,13 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent über der Höchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz. Seit 1990 sind die Emissionen der F-Gase insgesamt um 35,2 % gestiegen, von 2018 auf 2019 kam es zu einer Abnahme von 2,2 % bzw. 0,05 Mio. t CO₂-Äquivalent (siehe Abbildung 100).

Abbildung 100: Treibhausgas-Emissionen des Sektors Fluorierte Gase, 1990–2019, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



⁶⁸ Seit dem Berichtsjahr 2013 zählt auch NF₃ (durch die Implementierung neuer IPCC-Guidelines) zu den regulierten F-Gasen, ist jedoch unter der Effort-Sharing-Entscheidung sowie im KSG noch ausgenommen. NF₃ wird für den Zielvergleich folglich abgezogen.

**trendbestimmende
Faktoren**

Im Basisjahr 1990 befanden sich die F-Gas-Emissionen auf relativ hohem Niveau. Hauptemittent mit einem Anteil von 84 % war die Primäraluminiumproduktion, bei der FKWs als Nebenprodukt entstehen. Mit Einstellung der Primäraluminiumproduktion in Österreich im Jahr 1992 sanken die Emissionen deutlich.

Die zweite Senke im Jahr 2000 ist auf technologische Umstellungen in Leichtmetall-Gießereien und einen dadurch bedingten Rückgang an SF₆ zurückzuführen.

Im Jahr 2003 wurde mit Inkrafttreten der Industriegasverordnung (HFKW-FKW-SF₆-Verordnung; BGBl. II Nr. 447/2002 i.d.g.F) u. a. der Einsatz von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen verboten. Die daraus resultierenden Emissionsreduktionen gehen allerdings im Anstieg von HFKW im Kälte- und Klimabereich unter bzw. wirken sich durch die lange Lebensdauer der Schallschutzfenster nur mit zeitlicher Verzögerung aus. In den Jahren seit 1993 war die Elektronikindustrie Hauptverursacher, die Emissionen dieses Sektors konnten durch Prozessumstellungen 2009 nachhaltig gesenkt werden, was sich deutlich auf die Österreichischen F-Gas Emissionen durchgeschlagen hat.

Der generelle Anstieg seit 1993 resultiert aus dem starken und kontinuierlichen Anstieg der Verwendung von HFKW anstelle der verbotenen ozonzerstörenden Substanzen (H)FCKWs⁶⁹ – insbesondere als Kälte- und Kühlmittel. Erst mit dem letzten Inventurjahr 2019 konnte der Trend erstmalig gebrochen werden. Ausschlaggebend für die Trendumkehr ist die Begrenzung der innerhalb der EU auf den Markt gebrachten Mengen durch die EU F-Gas-Verordnung (VO (EG) Nr. 842/2006). Die stufenweise Reduktion (z. B. für die Jahre 2018–2020 auf 63 % der Mengen der Bezugsjahre 2009–2012) zeigt nun Wirkung. Trotz eines Rückgangs der jährlichen Einsatzmengen bereits seit 2016 schlug sich bis 2018 die Reduktion noch nicht auf die jährlichen Emissionen durch: Die jährlichen Einsatzmengen übertrafen die Mengen die der Entsorgung zugeführt wurden, weshalb der Bestand an HFKWs (und damit die Emissionen) weiter gestiegen war.

Die europäische MAC-Direktive (Mobile Air Conditioning) trägt ebenfalls zu einer Verminderung der Emissionen aus diesem Sektor bei: Ab 2017 dürfen keine Pkw bzw. Lastkraftwagen der Klasse N1 mehr zugelassen werden, die Kältemittel mit einem Treibhausgaspotenzial (GWP, „global warming potential“) von mehr als 150 enthalten. Die Auswirkungen dieser Direktive sind schon jetzt bemerkbar, und in den nächsten zehn Jahren werden die meisten Fahrzeuge mit R134a-Klimaanlagen ausscheiden und die Emissionen dieses Subsektors weiter vermindern.

Einflussfaktoren**Verwendung
als Treibmittel**

Die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der Fluorierten Gase lassen sich in zwei Gruppen aufteilen: Zu den Anwendungen, bei denen diese Gase sofort

⁶⁹ (H)FCKWs sind im Montreal-Protokoll geregelt und werden in der Treibhausgas-Inventur nicht berücksichtigt.

emittiert werden, zählen z. B. die Verwendung als Schutzgas im Leichtmetallguss und als Prozessgas in der Halbleiterindustrie, und, wenn auch in geringem Ausmaß, als Treibmittel z. B. in Asthmasprays. Bei diesen Anwendungen sind Minderungen durch Verbote, durch eine Limitierung des Einsatzes oder (bei geschlossenen Anwendungen) durch nachgeschaltete Emissionsminderungstechnologien direkt erzielbar und größtenteils bereits umgesetzt. Da jedoch noch keine Alternativen für die extrem feine Zerstäubung in Asthmasprays verfügbar sind, wird diese Spezialanwendung weiterhin bestehen bleiben.

Speicherung in langlebigen Gütern

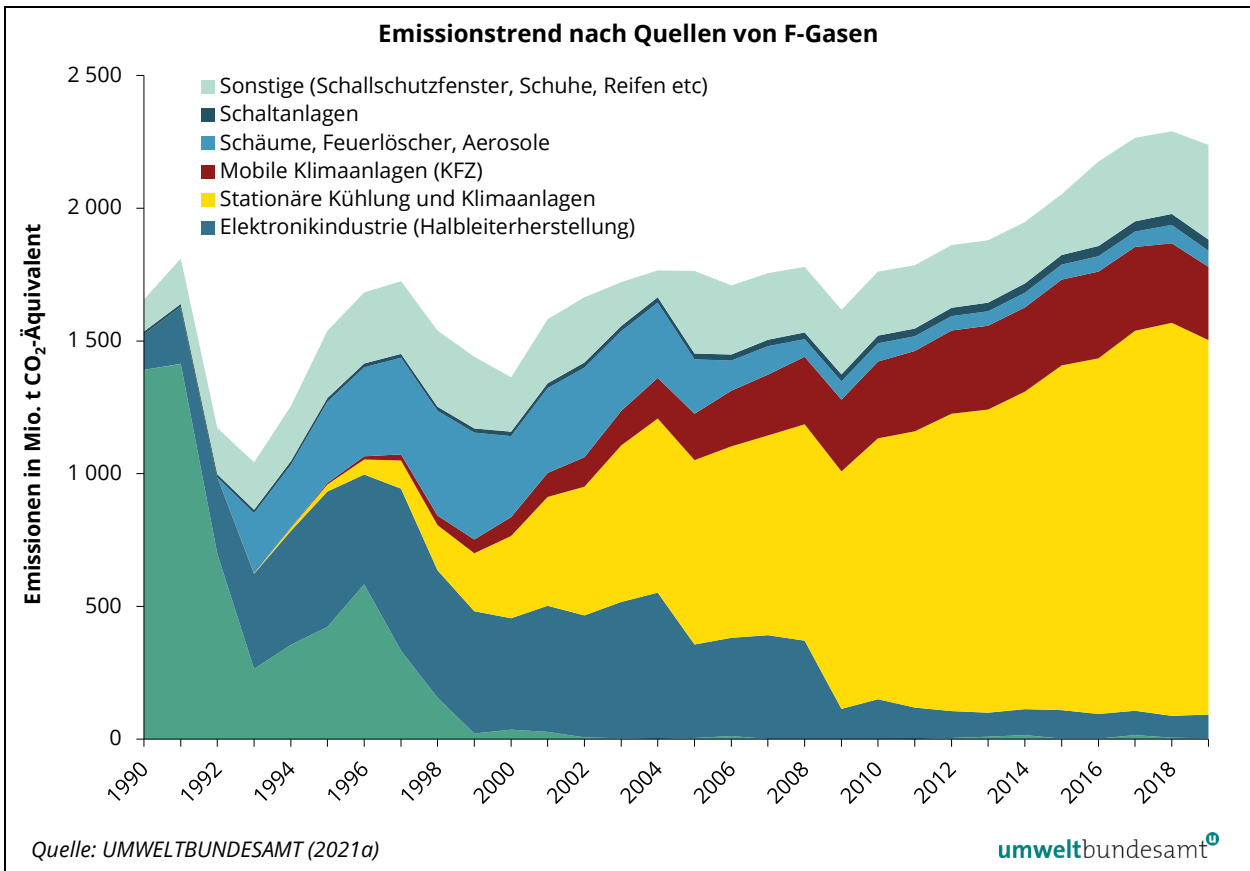
Ein Großteil der Fluorierten Gase wird jedoch in langlebigen Gütern gespeichert bzw. verwendet. Sie treten im Laufe der Zeit entweder über Leckagen aus und/oder werden bei der Entsorgung emittiert. Dies betrifft den Einsatz als Kältemittel/Kühlmittel und als Treibmittel in Schaumstoffen sowie in anderen Bereichen, in denen die spezifischen Eigenschaften dieser Gase genutzt werden, wie z. B. Schaltanlagen.

Praktisch in all diesen Bereichen wurden bereits legislative Maßnahmen gesetzt, jedoch zeigt sich der Effekt, was die Emissionen betrifft, aufgrund der Lebensdauer der betroffenen Anlagen bzw. Güter verzögert. Die Industriegasverordnung beispielsweise hat bereits seit 2005 diverse Einsätze wie z. B. in Schallschutzfenstern, Schäumen, Feuerlöschern und technischen Aerosolen verboten, dennoch weist die Treibhausgas-Inventur weiter Emissionen aus diesen Bereichen aus:

Im Bereich der Schallschutzfenster wird bei der Berechnung der Emissionen von einer durchschnittlichen Lebensdauer der Fenster von 25 Jahren ausgegangen. SF₆ in Schallschutzfenstern wurde von 1980 bis 2003 eingesetzt. Das Gas wird durch Leckage aus dem Bestand emittiert, noch schlagender jedoch ist jener durch Glasbruch bei der Deponierung am Ende der Lebensdauer. Es ist daher noch bis 2028 mit Emissionen aus diesem Bestand bzw. insbesondere aus der Entsorgung zu rechnen, wobei der Peak 2020 erreicht sein wird (entsprechend dem Produktionsmaximum 25 Jahre davor).

Seit 2010 werden keine F-Gase mehr zum Schäumen von XPS- und PU-Platten eingesetzt. Die in der OLI ausgewiesenen Emissionen sind Ausgasungen von geschlossenzelligen Schaumstoffen, die eine sehr lange Lebensdauer aufweisen und die noch bis in die 2050er-Jahre weitergehen werden.

Abbildung 101: Emissionstrend nach Quellen von F-Gasen, 1990–2019.



**voraussichtliche
Trendentwicklung**

Es ist davon auszugehen, dass sich der bestehende – jetzt in allen Bereichen mit Ausnahme der oben erwähnten Schallschutzfenster – sinkende Trend die nächsten Jahre weiter fortsetzen wird. Den Rahmen gibt hier die Verknappung der Gesamtmenge der in Europa auf dem Markt erhältlichen F-Gase gemäß den Vorgaben der EU F-Gas-Verordnung vor: Die in der EU verfügbare Menge an HFKW soll bis 2030 auf 21 % der durchschnittlich 2009-2012 verwendeten Menge gesenkt werden (bezogen auf CO₂-Äquivalent, dadurch werden F-Gase mit geringem Treibhausgaspotenzial gefördert).

**illegaler Import von
Kältemitteln**

Ein Problem, das sich durch die Verknappung an F-Gasen ergibt, ist der illegale Import von Kältemitteln. Dieser wurde für die Jahre 2018 und 2019 von den Kältemittelimporteuren nahezu einstimmig auf 20 % bei R134A (1,1,1,2-Tetrafluorethan) und auf 10 % bei R410A⁷⁰ geschätzt. Deshalb wurden diese Mengen der Gesamtmenge der auf den österreichischen Markt verbrachten Kältemittel zugerechnet.

⁷⁰ je 50 % Difluormethan und Pentafluorethan

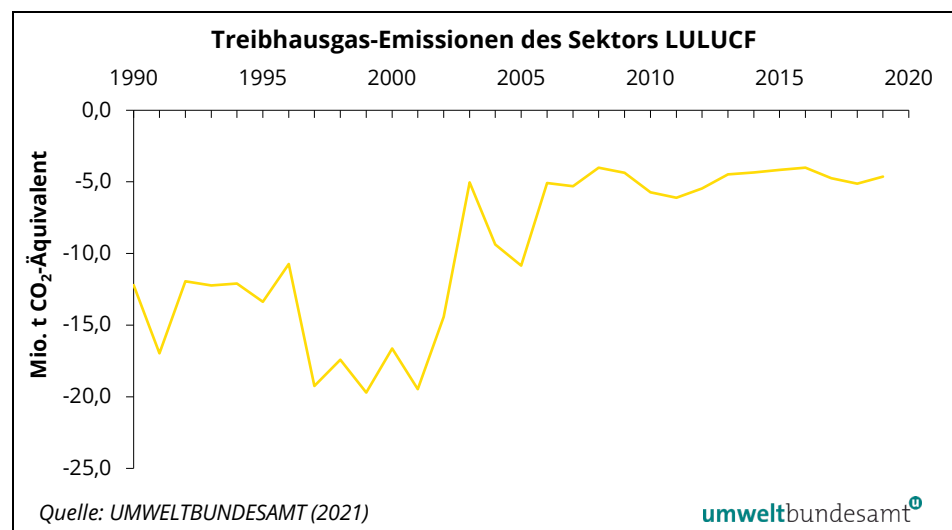
3.7 Sektor LULUCF

Sektor LULUCF			
THG-Emissionen/Senken 2019 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen exkl. LULUCF	Veränderung zum Vorjahr 2018	Veränderung seit 1990
- 4,6	5,8 %	- 9,6 %	- 62,0 %

Jährliche Schwankungen durch sich änderende Witterungsbedingungen und Landnutzung

Der Landnutzungssektor (LULUCF) ist über den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2019 eine Netto-Senke, das heißt, in den sieben Hauptkategorien⁷¹ wurde mehr CO₂ aus der Atmosphäre aufgenommen als abgegeben. Seit 1990 betrug die Netto-Senke jährlich zwischen - 4,0 Mio. Tonnen und - 19,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente und hat seit den 2000er-Jahren abgenommen, was vorwiegend auf eine Zunahme von Holznutzungen im Wald zurückzuführen ist. Die jährlichen Schwankungen der Zeitreihe sind typisch für den LULUCF-Sektor und sind auf verschiedene Faktoren, wie z. B. unterschiedliche Witterungsbedingungen (z. B. Stürme oder Trockenheit), die Änderung von Landnutzungen und den damit verbundenen Kohlenstoffabbau oder -aufbau, Schädlinge (z. B. Borkenkäfer) oder Änderungen der Nachfrage nach Rohstoffen wie Holz zurückzuführen.

Abbildung 102:
Treibhausgas-Senken
aus dem Sektor LULUCF,
1990–2019.



Neben CO₂-Emissionen und -Senken, die durch Änderungen der Kohlenstoffvorräte in Biomasse, Totholz und Boden verursacht werden, finden in Österreich auch CH₄-Emissionen durch Drainagen organischer Böden und Waldbrände, sowie N₂O-Emissionen aus Böden und Waldbränden statt.

Für den LULUCF-Sektor gibt es kein nationales Ziel gemäß KSG. Es gibt jedoch durch die LULUCF-Verordnung von 2021 bis 2030 ein implizites Ziel für den Sek-

⁷¹ Wald, Acker, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungsraum, Sonstiges Land und Holzprodukte

tor auch für Österreich, welches vorschreibt, dass die Summe aller anrechenbaren Senken und Emissionen nicht größer Null ist („no-debit-rule“, siehe auch Kapitel 1.4.2.3). Die Anrechnung der tatsächlichen Emissionen bzw. Senken findet gegen historische Werte zwischen 2005 und 2009 (für bewirtschaftetes Ackerland, bewirtschaftetes Grünland), einen in die Anrechnungsperiode 2021 bis 2030 (für bewirtschafteten Wald) extrapolierten historischen business-as-usual-Wert aus den Jahren zwischen 2000 und 2009 oder in vollem Ausmaß der Emissionen/Senken (für Entwaldung und Neubewaldung) statt. D. h., um Lastschriften aus diesen Sektoren zu vermeiden, muss jeweils die Senke höher oder die Emission geringer sein als diese Referenz- bzw. Basiswerte. Die Treibhausgas-Bilanz wird erstmalig ab dem Berichtsjahr 2023 auch vorläufige jährliche Ergebnisse unter Anwendung der Anrechnungsregeln bereitstellen.

Wald und Holzprodukte sind die größten Senken

Österreich ist ein sehr waldreiches Land, in dem die Waldfläche in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen hat, mit einer Waldbedeckung von ca. 48 % (BFW 2011). Dadurch erklärt sich auch, dass die Kategorien Wald und Holzprodukte hauptverantwortlich sind für die kontinuierliche Senkenleistung in der Vergangenheit. Im Wald stellt die Biomasse den größten Anteil an dieser Senke, weil in den meisten Jahren der jährliche Zuwachs größer war als der Abgang (durch Nutzung oder natürliche Faktoren). Die Kategorie der Holzprodukte stellt den in Schnittholz, Holzplatten und in Pappe und Papier gespeicherten Kohlenstoff aus in Österreich geerntetem und nachfolgend hier weiterverarbeitetem Holz dar. Schnittholz liefert hier den größten Beitrag zur Kohlenstoffsenke.

Die anderen Kategorien des LULUCF-Sektors sind vergleichsweise geringe Quellen von Emissionen, wobei die höchsten Emissionen aus Umwandlungen von Land in Siedlungsraum entstehen. Der Großteil dieser Emissionen stammt von den Verlusten von Bodenkohlenstoff, da im Siedlungsraum fast 44 % der Flächen versiegelt sind (Umweltbundesamt 2021 a).

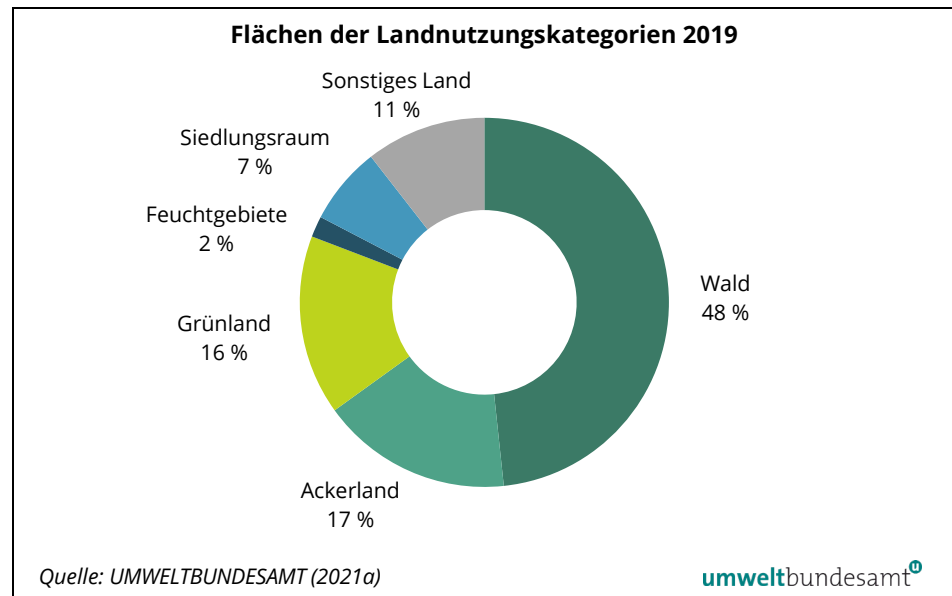
Tabelle 22: Hauptursachen der Emissionen und Senken des Sektors LULUCF (in Mio t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2021a).

Hauptverursacher	1990	2018	2019	Veränderung 2018–2019	Veränderung 1990–2019	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2019
Wald	- 10,9	- 4,3	- 4,3	- 0,2 %	- 60 %	5,4%
Wald bleibt Wald	- 7,9	- 2,6	- 2,6	- 0,01 %	- 67 %	3,3%
Landnutzungsänderung zu Wald	- 3,0	- 1,7	- 1,7	- 0,4 %	- 44 %	2,1%
Holzprodukte	- 3,1	- 2,0	- 1,5	- 25 %	- 53 %	1,9%
Ackerland	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,2	+ 15 %	- 22 %	0,2 %
Grünland	+ 0,7	+ 0,3	+ 0,3	- 1,2 %	- 52 %	0,4 %
Feuchtgebiete	+ 0,04	+ 0,1	+ 0,1	- 9,9 %	+ 42 %	0,1 %
Siedlungsraum	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,4	+ 4,3 %	- 18 %	0,5 %
Sonstiges Land	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,2	- 11 %	- 46 %	0,3 %
Gesamt	- 12,2	- 5,1	- 4,6	- 9,6 %	- 62 %	5,8%

3.7.1 Landnutzung in Österreich

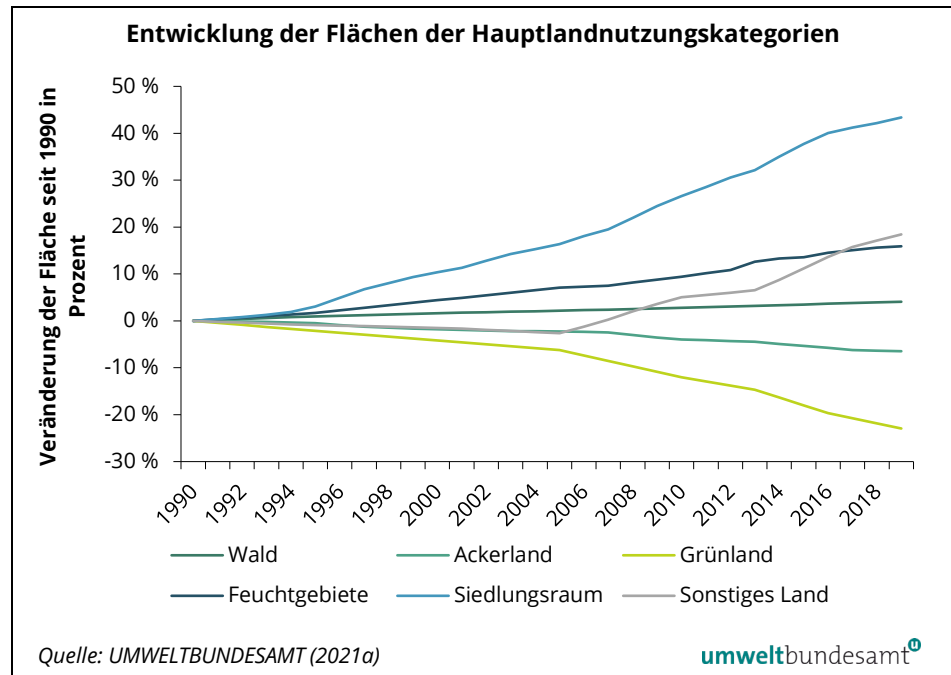
Österreich ist fast zur Hälfte mit Wald bedeckt, die flächenmäßig zweitgrößten Landnutzungskategorien sind Ackerland mit 17 % und Grünland mit 16 % Anteil an der Gesamtfläche Österreichs. Die Kategorie Sonstiges Land bildet die viertgrößte Kategorie, ist aber für die Treibhausgas-Bilanz eher weniger relevant. Dabei handelt es sich um eine Residualkategorie für Flächen, die zum einen unbewirtschaftete alpine Vegetationsgesellschaften, Fels- und Geröllflächen bzw. Gletscher sind und zum anderen nicht den anderen fünf Kategorien zuordenbar sind. Der Siedlungsraum macht rund 7 % der Gesamtfläche Österreichs aus, ist aber aufgrund der starken Zunahme in der Vergangenheit eine für die Treibhausgas-Bilanz wichtige Kategorie. Unter die Kategorie Feuchtgebiete fallen in der Treibhausgas-Bilanz auch Moore sowie fließende und stehende Gewässer. Es sei angemerkt, dass drainagierte organische Böden unter land- und forstwirtschaftlicher Nutzung diesen jeweiligen Landnutzungskapiteln zugeordnet sind.

Abbildung 103:
Anteil der Flächen der
Landnutzungskategorien
im Jahr 2019.



Seit den 90er-Jahren haben v. a. der Siedlungsraum, Feuchtgebiete und Wald relativ gesehen stark zugenommen, während es bei Ackerland und Grünland zu Abnahmen gekommen ist (Abbildung 104). In absoluten Zahlen ist die Zunahme von Siedlungsraum (+ 1.733 km²) und Wald (+ 1.586 km²) seit 1990 am stärksten. Hingegen sind die stärksten Flächenabnahmen im Grünland (– 3.943 km²) und Ackerland (– 970 km²) zu verzeichnen, was hauptsächlich auf Landnutzungsänderungen zu Siedlungsraum und Wald zurückzuführen ist. Auch die Feuchtgebiete haben flächenmäßig zugenommen (+ 210 km²), was vorwiegend durch die Konstruktion von künstlichen Gewässern, wie z. B. Speicherseen, bedingt ist. Die Zeitreihe für Sonstiges Land wird in der Treibhausgas-Bilanz oft verwendet und Neuberechnet, um statistische Inkonsistenzen zwischen den Datenquellen zu bereinigen. Es lassen sich daher keine direkten Rückschlüsse auf etwaige Trends ziehen.

Abbildung 104:
Entwicklung der Flächen
der Hauptlandnutzungs-
kategorien in Österreich
seit 1990.



3.7.2 Wald

Die Kategorie Wald, wie im Folgenden beschrieben, beinhaltet sowohl den bestehenden Wald (ohne Landnutzungsänderung in den vergangenen 20 Jahren), sowie Landnutzungswechsel zu Wald in den vergangenen 20 Jahren. Wie bereits erwähnt ist der Wald die wichtigste Kohlenstoffsенке in Österreich, wobei die Nettozunahme der Biomasse den Hauptanteil trägt. Abbildung 105 veranschaulicht die zeitliche Entwicklung der jährlichen Kohlenstoffänderungen, ausgedrückt als Emissionen bzw. Senken, im Wald. Es ist wichtig zu erwähnen, dass hier nicht die Kohlenstoffvorräte, sondern die Emissionen oder Senken, die durch eine Zu- oder Abnahme der Kohlenstoffvorräte entstehen, ausschlaggebend sind.

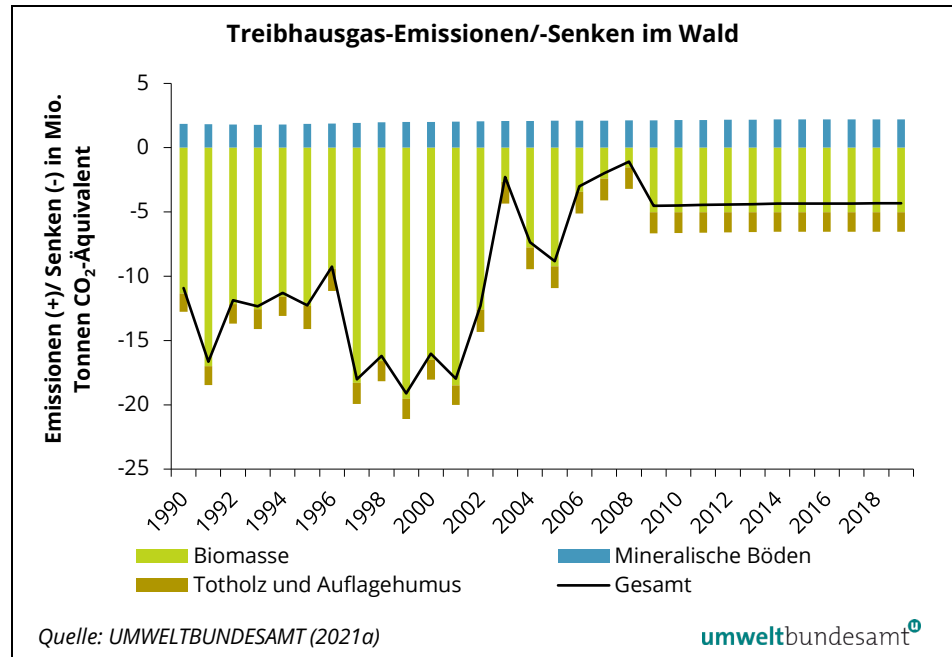
**Geringere
Senkenleistung durch
Waldbiomasse zu
erwarten**

Im Jahr 2003 ist die Senke des Waldes wegen Trockenheit und in den Jahren 2007/2008 wegen einer erhöhten Holznutzung, die zum Teil durch Kalamitäten (Waldschäden) verursacht war, besonders niedrig gewesen. Die Zeitreihe ist seit 2009 konstant, da hier die Mittelwerte der letzten Waldinventur bis zum Vorliegen der finalen Ergebnisse der aktuellen Österreichischen Waldinventur (ÖWI 2016/21) fortgeschrieben wurden. Erste Ergebnisse aus dieser sind bereits verfügbar und zeigen, dass die mittlere jährliche Nutzung von 25,9 Mio. Vorratsfestmeter (Vfm) gemäß ÖWI 2007/09 auf 26,2 Mio. Vfm gemäß Zwischenergebnis der ÖWI 2016/18 leicht angestiegen ist. Der mittlere jährliche Zuwachs nahm zwischen den beiden Erhebungen leicht ab von 30,3 Mio. Vfm auf 29,7 Mio. Vfm (BFW 2019). Diese Zwischenergebnisse lassen darauf schließen, dass die Netto-senke in den letzten Jahren womöglich geringer ausgefallen sein könnte.

Aber auch im Kohlenstoffpool Totholz wird jährlich mehr Kohlenstoff auf- als abgebaut, wobei v. a. der Trend seit 1990 eine stetige Zunahme des Kohlen-

stoffaufbau und somit eine zunehmende Senke verzeichnet. Für den bleibenden Wald wird die Kohlenstoffänderung im Boden inklusive Auflagehumus modelliert. Die Modellierungsergebnisse zeigen, dass im Waldboden ein leichter Kohlenstoffabbau stattfindet, der sich in geringen Emissionen über die gesamte Zeitreihe niederschlägt. Die Ergebnisse sind jedoch mit einer großen Unsicherheit behaftet. Bei Landnutzungsänderungen zu Wald findet in Waldboden und Auflagehumus ein Kohlenstoffaufbau statt.

Abbildung 105:
Jährliche Treibhausgas-Emissionen/-Senken im Wald je Kohlenstoffpool.



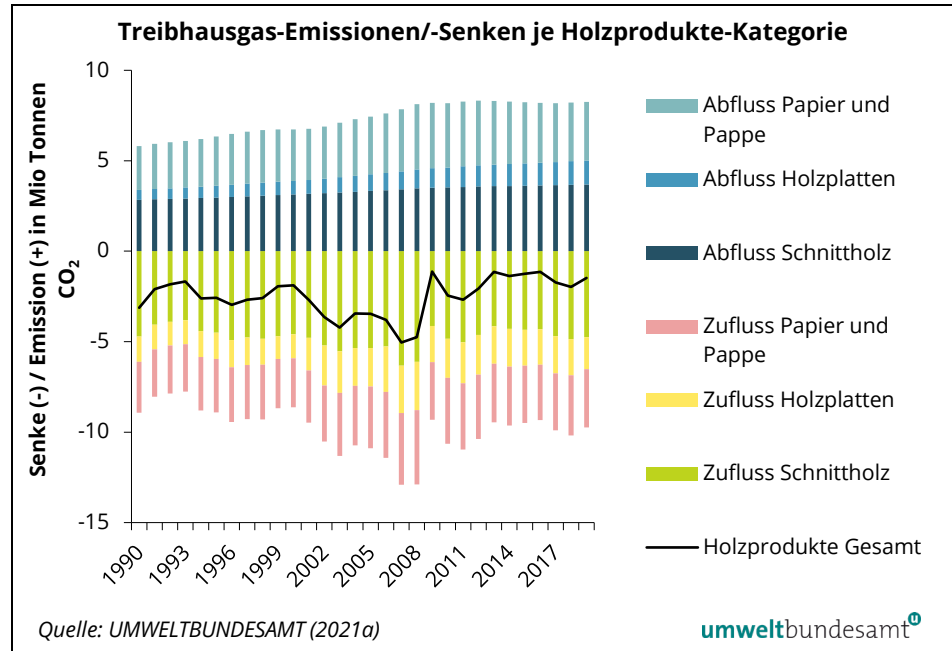
Anmerkung: Die konstante Zeitreihe seit 2009 ist vorläufig, da hier die Mittelwerte der letzten Waldinventur bis zum Vorliegen der finalen Ergebnisse der aktuellen Österreichischen Waldinventur (ÖWI 2016/21) fortgeschrieben wurden.

3.7.3 Holzprodukte

Holzprodukte speichern Kohlenstoff, solange sie in Nutzung sind

Die Holzprodukte-Kategorie ist die zweitgrößte Senke in Österreich und beinhaltet in Österreich hergestellte Holzprodukte auf Basis des Einschlags im österreichischen Wald. Es werden die drei Produktkategorien Schnittholz, Holzplatten und Papier/Pappe unterschieden, für welche verschiedene Nutzungsdauern angenommen werden. Es wird angenommen, dass der in Holzprodukten gespeicherte Kohlenstoff am Ende der Nutzungsdauer wieder an die Atmosphäre abgegeben wird und wird. Daher wird er als Emission bilanziert (in Abbildung 106 als Abfluss dargestellt). Die Holzprodukte-Kategorie ist über den gesamten Zeitraum seit 1990 eine Netto-Senke, d. h. der Zufluss an neuen Holzprodukten ist höher als der Abfluss von Holzprodukten am Ende der Nutzungsdauer. Den größten Anteil an der Senke liefert dabei das Schnittholz. In den Jahren 2008/2009 kam es aufgrund der Finanzkrise zu einem wirtschaftlichen Abschwung, der sich auch auf die Herstellung von Holzprodukten ausgewirkt und im Jahr 2009 zur geringsten Senke im betrachteten Zeitraum geführt hat.

Abbildung 106:
Treibhausgas-Emissionen/-Senken je Holzprodukte-Kategorie.



3.7.4 Ackerland, Grünland und Siedlungsraum

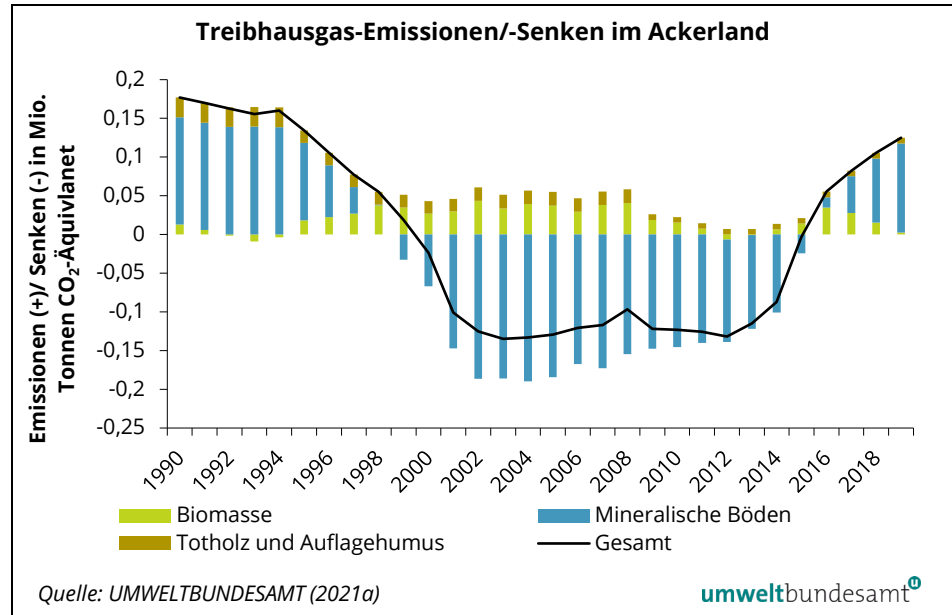
Die Kategorien Ackerland, Grünland und Siedlungsraum spielen von der Größerrangfolge im gesamten LULUCF-Sektor eine eher geringe Rolle, sie sind jedoch aktuell alle drei Netto-Emissionsquellen und somit sehr wohl relevant für die Erreichung der Klimaziele.

Aufbau von Bodenkohlenstoff durch klimaschutzbezogene Maßnahmen

Wie in Abbildung 107 ersichtlich ist, ist die Kategorie Ackerland zwischen den Jahren 2000 und 2014 eine Netto-Senke, was durch den Aufbau von Kohlenstoff im Ackerboden in Ackerland ohne Landnutzungsänderungen stattgefunden hat. Dieser Effekt ist durch die klimaschutzbezogenen Maßnahmen für Landwirtschaft im Agrar-Umweltprogramm ÖPUL entstanden, welche zu einer Zunahme des Bodenkohlenstoffs führten. Der Senkeneffekt nimmt ab dem Jahr 2012 wieder ab, was auf die Berechnungsmethodik zurückzuführen ist, nach welcher durch Maßnahmen induzierte Kohlenstoffänderungen im Boden für 20 Jahre bilanziert werden. Anschließend wird bei gleichbleibender Bewirtschaftung ein Gleichgewicht des Bodenkohlenstoffs angenommen und daher kein weiterer Aufbau berechnet. Die zugrundeliegenden Daten zeigen, dass es mit dem Einsetzen des ÖPUL-Programmes 1995 zu einem starken Anstieg solcher klimaschutzbezogenen Maßnahmen kam und diese daher in den folgenden 20 Jahren zum Kohlenstoffaufbau im Boden geführt haben.

Die Kohlenstoffänderungen in Biomasse und Totholz bzw. Auflagehumus stammen hauptsächlich aus Landnutzungsänderungen, bei denen der ursprüngliche Kohlenstoff durch die Landnutzungsänderung zu Ackerland verloren geht.

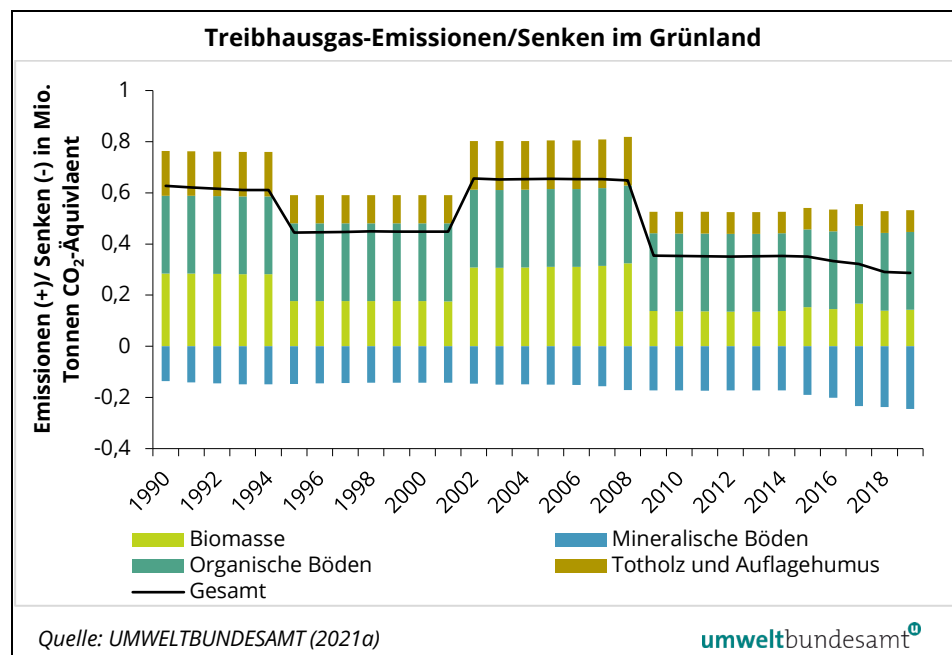
Abbildung 107:
Jährliche Treibhausgas-
Emissionen/-Senken im
Ackerland je Kohlenstoff-
pool.



Drainagierte organische Böden sind eine wesentliche Emissionsquelle

Grünland ist über die gesamte Zeitreihe eine Netto-Emissionsquelle. Die stufenartige Zeitreihe ergibt sich aus den periodischen Erhebungen der Waldinventur, welche auch Landnutzungsänderungen, in dem Fall von Wald zu Grünland, erhebt. Die meisten Emissionen im Grünland werden einerseits von drainagierten bewirtschafteten organischen Böden (CO₂, CH₄ und N₂O) und andererseits durch Landnutzungsänderungen von Wald zu Grünland durch den Verlust von Waldbiomasse und Auflagehumus verursacht (allerdings finden in höherem Ausmaß auch Landnutzungsänderungen von Grünland zu Wald statt, die im Sektor Wald berichtet werden und dort eine Senke darstellen). Die Emissionen von organischen Böden sind über die gesamte Zeitreihe als konstant angenommen und aufgrund mangelnder Daten sehr unsicher.

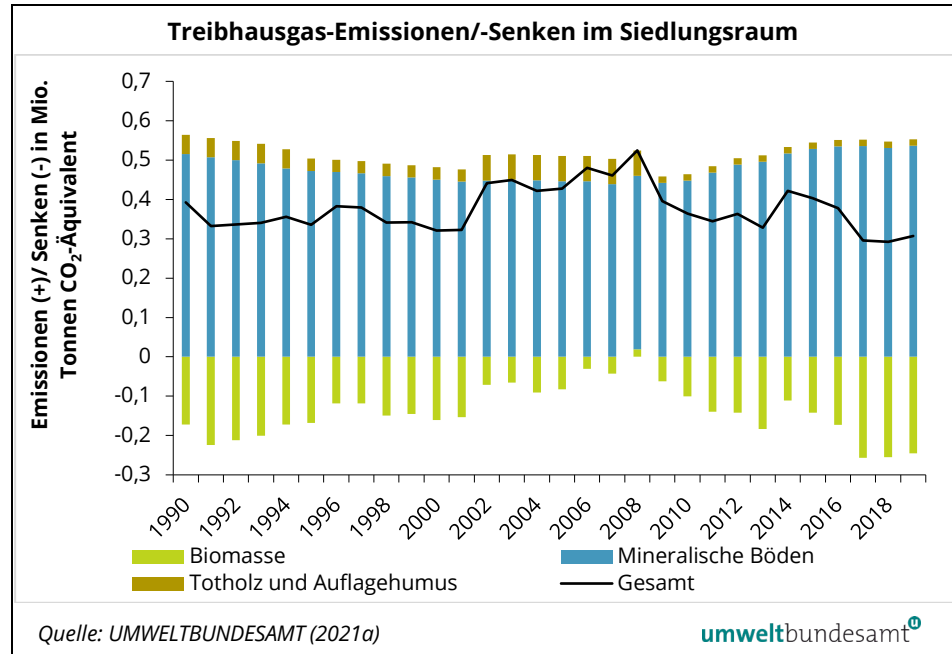
Abbildung 108:
Jährliche Treibhausgas-
Emissionen/-Senken im
Grünland je Kohlenstoff-
pool.



**Bodenkohlenstoff-
verluste machen den
Siedlungsraum zu
einer Emissionsquelle**

Der Siedlungsraum stellt über den gesamten Zeitraum eine Emissionsquelle dar, wobei der größte Anteil aus Kohlenstoffverlusten der Böden stammt. Bei der Umwandlung in Siedlungsraum wird ein Anteil von ca. 43 % der Böden versiegelt, wodurch der im Boden gespeicherte Kohlenstoff verloren geht. Biomasse ist eine leichte Kohlenstoffsенке, welche bei einer Landnutzungsänderung von landwirtschaftlichen Nutzungen zu Siedlungsraum durch die Vegetation im Siedlungsraum aufgebaut wird.

Abbildung 109:
Treibhausgas-Emissionen/-Senken im Siedlungsraum je Kohlenstoffpool.



4 LITERATURVERZEICHNIS

- ABEL, G.J.; BROTTTRAGER, M.; CUARESMA, J.C. & MATTARAK, R. (2019): Climate, conflict and forced migration. Elsevier, Global Environmental Change, Volume 54.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018301596>
- AEA – Austrian Energy Agency (2020): Energiepreisindex (EPI). Jahresentwicklung 1986–2019 (Energiepreise für Haushalte). Leitungsgebundene Energieträger, Feste Brennstoffe, Mineralölprodukte. Abgerufen am 17.02.2020:
<http://www.energyagency.at/fakten-service/energie-in-zahlen/energiepreisindex/>
- APCC – Austrian Panel on Climate Change (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. Wien. http://hw.oeaw.ac.at/APCC_AAR2014.pdf
- AUER, I.; BÖHM, R.; JURKOVIC, A.; LIPA, W.; ORLIK, A.; POTZMANN, R.; SCHÖNER, W.; UNGERSBÖCK, M.; MATULLA, C.; BRIFFA, K.; JONES, P.D.; EFTHYMIADIS, D.; BRUNETTI, M.; NANNI, T.; MAUGERI, M.; MERCALLI, L.; MESTRE, O.; MOISSELIN, J.M.; BEGERT, M.; MÜLLER-WESTERMEIER, G.; KVETON, V.; BOCHNICEK, O.; STASTNY, P.; LAPIN, M.; SZALAI, S.; SZENTIMREY, T.; CEGNAR, T.; DOLINAR, M.; GAJIC-CAPKA, M.; ZANINOVIC, K.; MAJSTOROVIC, Z. & NIEPLOVA, E. (2007): HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760–2003. International Journal of Climatology 27, 17–46; doi: 10.1002/joc.1377. <http://www.zamg.ac.at/histalp/>
- BFW – Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (2019): Zwischenauswertung der Waldinventur 2016/18, BFW Praxisinfo Nr. 50. https://bfw.ac.at/cms_stamm/050/PDF/BFW-Praxisinfo50_waldinventur_fertig_web.pdf
- BFW – Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (2011): Waldinventur 2007/09, Report Nr.: 24–2011.
http://www.bfw.ac.at/webshop/index.php?id_product=155&controller=product
- BMGF – Bundesministerium für Gesundheit und Frauen (2017): Österreichischer Ernährungsbericht 2017. Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien im Auftrag von Bundesministerium für Gesundheit und Frauen.
<https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=528>
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020a): Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2020. Wien.
<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/biomasse/alternative-kraftstoffe/biokraftstoffbericht.html>
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020b): Schodl, B.: Statusbericht zu den CO₂-Emissionen neu zugelassener leichter Nutzfahrzeuge in Österreich im Jahr 2019. Im Auftrag des BMK, Wien 2020.
https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/co2_monitoring/Inf.html

- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020c): Schodl, B.: Statusbericht zu den CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2019. Wien 2020.
https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/co2_monitoring/pkw.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020d): Schneider, H.W.; Pöchlhammer-Tröscher, G.; Demiroglu, D.; Luptáčík, P.; Wagner, K.: Österreichische Umwelttechnik-Wirtschaft: Export, Innovationen, Startups und Förderungen – Aktuelle Entwicklungen inkl. Corona-Krisenbetrachtung. Nachhaltig Wirtschaften, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 41/2020.
https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe/41-2020_Umwelttechnik-Erhebung2020_web-bf.pdf
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2020e): Maßnahmen im Gebäudesektor 2009 bis 2019. Bericht des Bundes und der Länder nach Artikel 16 der Vereinbarung gemäß Artikel 15a B-VG über Maßnahmen im Gebäudesektor zum Zweck der Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen (BGBl. II Nr. 213/2017). Wien, November 2020.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/wohnbau.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021a): Elektromobilität in Österreich. Zahlen, Daten & Fakten. Februar 2021.
https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/alternative_verkehrskonzepte/elektromobilitaet/zahlen/oesterreich.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021b): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2021. Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2002): Strategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels; Klimastrategie 2008/2012. 17.07.2002. Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2007): Klimastrategie 2007. Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008–2012. 21.03.2007. Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2013): Maßnahmenprogramm 2013/2014 des Bundes und der Länder als Beitrag zur Erreichung des nationalen Klimaziels 2013–2020. Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/klimaschutzgesetz.html

- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015a): Maßnahmenprogramm des Bundes und der Länder nach Klimaschutzgesetz zur Erreichung des Klimaziels bis 2020. Zweite Umsetzungsstufe für die Jahre 2015 bis 2018. Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/klimaschutzgesetz.html
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015b): Parravicini, V.; Valkova, T.; Haslinger, J.; Saracevic, E.; Winkelbauer, A.; Tauber, J.; Svardal, K.; Hohenblum, P.; Clara, M.; Windhofer, G.; Pazdernik, K. & Lampert, C.: ReLaKO – Reduktionspotential bei den Lachgasemissionen aus Kläranlagen durch Optimierung des Betriebes. Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft der TU Wien & Umweltbundesamt GmbH. Wien.
- BMLRT – Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (2020a): Kommunales Abwasser. Österreichischer Bericht 2020. Wien.
- BMLRT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2020b): Grüner Bericht 2020. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien. <https://gruenerbericht.at>
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2017): Wohnbauförderung und Kyoto-Finanzierung 2016. Zusammenfassender Bericht des Bundes und der Länder über die Wirkung von Maßnahmen zur Treibhausgas-Emissionsreduktion im Rahmen der Vereinbarung über Maßnahmen im Gebäudesektor (BGBl. II Nr. 251/2009). Wien, 2017.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019a): Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich, Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019b): Langfriststrategie 2050 – Österreich. Periode bis 2050. Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/aktives-handeln/lts2050.html
- BMNT & BMVIT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus & Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2018): #mission2030, Die österreichische Klima- und Energiestrategie. Juni 2018.
- BMWF – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2014): NEEAP 2014. Erster Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2014 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU.
- BMWF – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2017): NEEAP 2017. Zweiter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2017 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU.
https://www.monitoringstelle.at/fileadmin/i_m_at/pdf/NEEAP/NEEAP_2017.pdf

- CCCA – Climate Change Center Austria (2018): Giljum, S.: Factsheet konsumbasierte Treibhausgasemissionen. CCCA Factsheet #21. Jänner 2018.
https://www.ccca.ac.at/fileadmin/00_DokumenteHauptmenue/02_Klimawissen/FactSheets/21_konsumbasierte_Treibhausgasemissionen.pdf
- CHIMANI, B.; HEINRICH, G.; HOFSTÄTTER, M.; KERSCHBAUMER, M.; KIENBERGER, S.; LEUPRECHT, A.; LEXER, A.; PEßENTEINER, S.; POETSCH, M.S.; SALZMANN, M.; SPIEKERMANN, R.; SWITANEK, M. & TRUHETZ, H. (2016): ÖKS15 – Klimaszenarien für Österreich. Daten, Methoden und Klimaanalyse. Projektendbericht, Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/anpassungsstrategie/publikationen/oeks15.html
- CRIPPA, M.; GUIZZARDI, D.; MUNTEAN, M.; SCHAAF, E.; SOLAZZO, E.; MONFORTI-FERRARIO, F.; OLIVIER, J.G.J. & VIGNATI, E. (2020): Fossil CO₂ emissions of all world countries – 2020 Report, EUR 30358 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020. ISBN 978-92-76-21515-8, doi:10.2760/143674, JRC121460.
- E-CONTROL (2020a): Betriebsstatistik 2019. Juli 2020.
<https://www.e-control.at/betriebsstatistik2019>
- E-CONTROL (2020b): Bestandsstatistik 2019. September 2020.
<https://www.e-control.at/statistik/strom/bestandsstatistik>
- E-CONTROL (2021): Betriebsstatistik 2020. Jänner 2021.
https://www.e-control.at/strom_betriebsstatistik_2020
- EEA – European Environment Agency (2014): Why did greenhouse gas emissions decrease in the EU between 1990 and 2012? 24.04.2018.
<https://www.eea.europa.eu/publications/why-are-greenhouse-gases-decreasing>
- EEA – European Environment Agency (2018): Trends and projections in Europe 2018. Tracking progress towards Europe’s climate and energy targets. 30.04.2021.
<https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2018-climate-and-energy>
- EEA – European Environment Agency (2020): Trends and projections in Europe 2019. Tracking progress towards Europe’s climate and energy targets. 30.04.2021.
<https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2020>
- EEA – European Environment Agency (2021): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2019 and inventory report 2021. 27 May 2021. EEA Report No 2021/066.
<https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory-2021>

- EK – Europäische Kommission (2014a): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik im Zeitraum 2020–2030. 22.01.2014.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0015&from=EN>
- EK – Europäische Kommission (2014b): Proposal for a decision of the European Parliament and of the Council concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme and amending Directive 2003/87/EC. 2014-20/2.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52014PC0020>
- EK – Europäische Kommission (2018): Mitteilung der Kommission: Ein sauberer Planet für alle. Eine europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft. Brüssel. 28. November 2018.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN>
- EK – Europäische Kommission (2019): Mitteilung der Kommission: Der europäische Grüne Deal. Brüssel 11. Dezember 2019.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>
- EK – Europäische Kommission (2020a): Amended proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/19999 (European Climate Law) COM(2020) 563 final 17.9.2020.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020PC0563>
- EK – Europäische Kommission (2020b): Das Europäische Semester 2020 – Bewertung der Fortschritte bei den Strukturreformen, Vermeidung und Korrektur makroökonomischer Ungleichgewichte und Ergebnisse der eingehenden Überprüfungen gemäß Verordnung (EU) Nr. 1176/2011 COM(2020) 150 final.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020SC0519&from=EN>
- EK – Europäische Kommission (2020c): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Mehr Ehrgeiz für das Klimaziel Europas bis 2030. COM(2020) 562 final.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0562&from=DE>
- EK – Europäische Kommission (2020d): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen „Vom Hof auf den Tisch“ – eine Strategie für ein faires, gesundes und umweltfreundliches Lebensmittelsystem. A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. COM(2020) 381 final.

- EUROSTAT – Eurostat Statistics (2009): The environmental goods and services sector: A data collection handbook. Eurostat Methodologies and Working Papers. Publications Office of the European Union, Luxemburg.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics (2021a): Eurostat Data Explorer. Online data codes: nama_10_a10_e, nama_10_gdp, env_ac_eggs1 und env_ac_eggs2. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/environmental-sector>, Zugriff am 28.05.2021, Wien.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics (2021b): Greenhouse gas emissions by source sector (source: EEA) [ENV_AIR_GGE]. 21.05.2021.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics (2021c): Greenhouse gas emissions in ESD sectors [T2020_35]. 17.02.2021.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics (2021d): Population on 1 January by age and sex [DEMO_PJAN]. 27.04.2021.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics (2021e): GDP and main components (output, expenditure and income) [nama_10_gdp]. 25.05.2021.
- FAO (2011): The State of Food and Agriculture 2010 – 2011. In: Umweltbundesamt (2013).
- FGW – Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen (2020): Gas und Fernwärme in Österreich – Zahlenspiegel 2020. https://www.gaswaerme.at/media/medialibrary/2020/08/zasp20_hi.pdf
- FISCHER, A.; BRUNNER, D.; SCHUMANN, U.; SAUSEN, R. & STAEHELIN, J. (2009): Flugverkehr und Klimaschutz. Ein Überblick über die Erfassung und Regulierung der Klimawirkungen des Flugverkehrs (Aviation and Climate Protection). GAIA 18/1: 32–40.
- FRANK, S.; HAVLÍK, P.; STEHFEST, E.; VAN MEIJL, H.; WITZKE, P.; PÉREZ-DOMINGUEZ, I.; VAN DIJK, M.; DOELMAN, J. C.; FELLMANN, T.; KOOPMAN, J. F. L.; TABEAU, A. & VALIN, H. (2018): Agricultural non-CO₂ emission reduction potential in the context of the 1.5 °C target. Nature Climate Change, Springer Nature, 9: 66–72. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0358-8>
- GLOBAL CARBON PROJECT (2020): Global Carbon Budget 2020. An annual update of the global carbon budget and trends. 11.12.2020. <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>
- HIETLER & PLADERER (2019): Abfallvermeidung in der österreichischen Lebensmittelproduktion. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 5-6/2019.
- HÖRTENHUBER S. (2020): Interview im ZAR-Kuhrier Sonderausgabe Klima 3/2020. Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter.
- ICF – ICF International (2016): Decomposition analysis of the changes in GHG emissions in the EU and Member States. London 2016.
- IEA – International Energy Agency (2016): World Energy Outlook. Paris 2016.

- IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen & Umweltbundesamt (2020):
Definition und Messung der thermisch-energetischen Sanierungsrate in
Österreich. Wien.
http://iibw.at/documents/2020%20IIBW_UBA%20Sanierungsrate.pdf
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1999): Aviation and the global
atmosphere. A Special Report of IPCC Working Groups I and III. Penner, J.E.;
Lister, D. H.; Griggs, D.J.; Dokken, D.J. & McFarland, M. (Eds.). Cambridge, UK.
Cambridge University Press.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2006): 2006 IPCC Guidelines for
National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse
Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T.
& Tanabe, K. (Eds.). IGES, Hayama. Geneva, Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate Change 2007 –
Impacts, Adaptation and Vulnerability. 4. Sachstandsbericht. Geneva,
Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2013): Climate Change 2013 –
the Physical Science Basis. 5. Sachstandsbericht. Geneva, Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014a): Climate Change 2014 –
Mitigation of Climate Change. 5. Sachstandsbericht. Geneva, Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014b): Climate Change 2014 –
Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III.
5. Sachstandsbericht. Geneva, Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): Global Warming of 1.5 °C,
an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-
industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the
context of strengthening the global response to the threat of climate change,
sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Geneva,
Switzerland.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich (2020): Biomasse – Heizungs-
erhebung 2019. St. Pölten.
- MENGEL, M.; NAUELS, A.; ROGELJ, J. & SCHLEUSSNER, C.-F. (2018): Committed sea-level
rise under the Paris Agreement and the legacy of delayed mitigation action.
Nature Communications Nr. 9, Article 601.
- MORICE, C.P.; KENNEDY, J.J.; RAYNER, N.A. & JONES, P.D. (2012): Quantifying
uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble
of observational estimates: The HadCRUT4 dataset. Journal of Geophysical
Research 117, D08101; doi:10.1029/2011JD017187.
<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature/>

- MUÑOZ, P. & STEININGER, K. (2015): Konsum-basierte Emissionen Österreichs. INNOVATE Fact Sheet 2. Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz.
http://wegcwww.uni-graz.at/wp/innovate/wp-content/uploads/sites/3/2015/12/Innovate-Fact-Sheet_2_Deutsch.pdf
- NEREM, R. S.; BECKLEY, B. D.; FASULLO, J. T.; HAMLINGTON, B. D.; MASTERS, D. & MITCHUM, G. T. (2018): Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. 18.12.2018.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1717312115>
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (2016): Carbon dioxide levels race past troubling milestone. NOAA news. 3. 10.2016
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (2021a): Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division: Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory. 7.04.2021.
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration (2021b): Despite pandemic shutdowns, carbon dioxide and methane surged in 2020.
<https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/2742/Despite-pandemic-shutdowns-carbon-dioxide-and-methane-surged-in-2020>
- OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2013): OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013. OECD Publishing, Paris.
- OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2019): OECD Economic Surveys – Austria. OECD Publishing, Paris.
https://www.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-surveys-austria_19990189
- OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development (2021): Patents in environment-related technologies: Technology indicators. OECD Environment Statistics Database, Indikator Technology Development.
<https://doi.org/10.1787/e478bcd5-en>, Zugriff am 27.05.2021, Wien.
- OIB – Österreichisches Institut für Bautechnik (2020): OIB-Dokument zur Langfristigen Renovierungsstrategie gemäß Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in der konsolidierten Fassung vom 30. Mai 2018 (OIB-330.6-022/19-093). April 2020.
- OXFAM (2017): Uprooted by Climate Change. Responding to the growing risk of displacement. Oxford, UK.
- RASCHKA, A. & CARUS, M. (2012): Stoffliche Nutzung von Biomasse – Basisdaten für Deutschland, Europa und die Welt. Hürth: nova-Institut GmbH, 2012. S. 26, Erster Teilbericht zum F+E-Projekt „Ökologische Innovationspolitik – mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch nachhaltige stoffliche Nutzung von Biomasse“, FKZ 3710 93 109. In: Umweltbundesamt (2013).

- REGIONALENERGIE STEIERMARK (2020): Holzenergie-Marktinfor 04/2020. Kamin-, Kachelöfen und andere Einzelfeuerungen. Neuerrichtung in Österreich 2015–2019.
- ROCKSTRÖM, J.; GAFFNEY, O; ROGELJI, J.; MEINSHAUSEN, M.; NAKICENOVIC, N. & SCHELLNHUBER, H. J. (2017): A roadmap for rapid decarbonization: Emissions inevitably approach zero with a “carbon law”, *Science* 355: Issue 633 (March 17, 2017): 1269–1271.
- RTR – Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH (2020): RTR Post Monitor. Jahresbericht 2019. Wien.
- SCHLATZER, M. & LINDENTHAL, T. (2018): Analyse der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Österreich – Umwelt- und Tierschutzaspekte. Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit, Universität für Bodenkultur, Wien. <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/nachhaltigkeit.html>
- STATISTA (2021): Konsum von Fleisch in Österreich. Veröffentlicht von Eva Schultz, 11.03.2021. Zugriff am 26. Mai 2021. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/themen/2800/fleisch-in-oesterreich/>
- STATISTIK AUSTRIA (2004): Gebäude- und Wohnungszählung 2001. Hauptergebnisse Österreich. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2006): Haslinger, A. & Kytir, J.: Statistische Nachrichten 6/2006. Stichprobendesign, Stichprobenziehung und Hochrechnung des Mikrozensus ab 2004. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2006–2020a): Versorgungsbilanz für Fleisch nach Arten für die Jahre 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 & 2019. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html
- STATISTIK AUSTRIA (2006–2020b): Versorgungsbilanz für Milchprodukte für die Jahre 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 & 2019. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html
- STATISTIK AUSTRIA (2013): Census 2011 – Gebäude- und Wohnungszählung. 12/2013. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2019): Sonderauswertung des Mikrozensus 2018 (MZ 2018). Statistik Austria im Auftrag des BMNT. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2020a): Energiebilanzen 1970–2019. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2020b): Kfz-Neuzulassungen Jänner bis Dezember 2019. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2020c): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Hauptergebnisse. 28.09.2020, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2020d): Nutzenergieanalyse 1993–2019. Wien.

- STATISTIK AUSTRIA (2020f): Bestand an Wohnungen und Gebäuden zum 31.12.2019 nach Gebäudeeigenschaften und Bundesländern. Paket Gebäude- und Wohnungsregister – Bundesland. Erstellt am 24.07.2020.
- STATISTIK AUSTRIA (2020h): Mikrozensus; Hauptwohnsitzwohnungen (HWS) ab 2004. Erstellt am 10.06.2020.
- STATISTIK AUSTRIA (2020i): Statistik des Bevölkerungsstandes. Erstellt am 06.07.2020.
- STATISTIK AUSTRIA (2020j): Allgemeine Viehzählung am 1. Dezember 2019. Erscheinungsdatum 2/2020. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2020k): Versorgungsbilanzen für tierische Produkte 2019. Schnellbericht 1.26. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2021a): Umweltgesamtrechnungen. Modul Öko-Steuern 2019. Projektbericht im Auftrag des BMK. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2021b): Umweltorientierte Produktion und Dienstleistung. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/umwelt/umweltorientierte_production_und_dienstleistung/index.html, Zugriff am 28.05.2021, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2021c): Absolutwerte der Heizgradsummen auf aktuellem Stand und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt. Kostenpflichtiger Abonnementdienst der Statistik Austria.
- STATISTIK AUSTRIA (2021d): Kfz-Bestand 2020. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2021e): Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte 2019/20. Schnellbericht 1.27. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2021f): Versorgungsbilanz für Getreide 2019/2020: http://pic.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_NATIVE_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=022319
- STEINFELD, H. et al. (2006): Livestock's long shadows: Environmental issues and options. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. In: Umweltbundesamt (2013).
- STEININGER, K.W.; BEDNAR-FRIEDL, B.; KNITTEL, N.; KIRCHENGAST, G.; NABERNEGG, S.; WILLIGES, K.; MESTEL, R.; HUTTER, H.-P. & KENNER, L. (2020): Klimapolitik in Österreich: Innovationschance Coronakrise und die Kosten des Nicht-Handelns. Wegener Center Research Briefs 1–2020. Wegener Center Verlag, Universität Graz, Österreich. Juni 2020. <https://doi.org/10.25364/23.2020.1>
- STEININGER, K.W.; MAYER, J.; BACHNER, G.; DUELLI, S.; FREI, E.; GROSSMANN, W.; MAIER, R.; NABERNEGG, S.; WILLIGES, K.; STREICHER, W.; OCHS, F.; MAGNI, M.; TOSATTO, A.; VENTURI, E.; PASSER, A.; KREINER, H.; SCHERZ, M.; TRUGER, B.; VOGEL, J. & OFFENTHALER, I. (2021): The economic effects of achieving the 2030 EU climate targets in the context of the Corona crisis – An Austrian perspective. Wegener Center Scientific Report 91–2021. Wegener Center Verlag, Universität Graz, Österreich. März 2021. Noch unveröffentlicht.

- STEININGER, K.W.; MUNOZ, P.; KARSTENSEN, J.; PETERS, G.P.; STROHMAIER, R. & VELÁZQUEZ, E. (2018): Austria's consumption-based greenhouse gas emissions: Identifying sectoral sources and destinations. *Global Environmental Change* 48: 226–242.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.011>
- STERN, N. (2007): *The economics of climate change – The Stern review*. ISBN: 9780521700801. Cambridge University Press, UK.
- STERN, N. (2015): *Why are we waiting? The logic, urgency and promise of tackling climate change*. Lionel Robbins Lectures. ISBN: 9780262029186. MIT Press, USA.
- TU WIEN; BIO ENERGY 2020+; FH TECHNIKUM WIEN; AEE INTEC & IG WINDKRAFT (2020): Biermayr, P.; Dißauer, C.; Eberl, M.; Enigl, M.; Fechner, H.; Fürsinn, B.; Jaksch-Fliegenschnee, M.; Leonhartsberger, K.; Moidl, S.; Prem, E.; Schmidl, C.; Strasser, C.; Weiss, W.; Wittmann, M.; Wonisch, P. & Wopienka, E.: *Innovative Energietechnologien in Österreich. Marktentwicklung 2019. Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen*. Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Rolland, C. & Oliva, J.: *Erfassung von Deponiegas – Statusbericht von österreichischen Deponien*. Berichte, Bd. BE-0238. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008a): Schachermayer, E. & Lampert, C.: *Deponiegaserfassung auf österreichischen Deponien*. Reports, Bd. REP-0100. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008b): Neubauer, C. & Walter, B.: *Behandlung von gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen in Österreich – Betrachtungszeitraum 2003–2007*. Reports, Bd. REP-0225. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2013): *Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen*. Positionen. Dessau-Roßlau.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/globale-landflaechen-biomasse>
- UMWELTBUNDESAMT (2014): Lampert, C.: *Stand der temporären Abdeckung von Deponien und Deponiegaserfassung*. Reports, Bd. REP-0484. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Bednar, W.; Gössl, M.; Haider, S.; Heller, C.; Lampert, C.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schneider, J.; Schodl, B.; Seuss, K.; Stranner, G.; Storch, A.; Weiss, P.; Wiesenberger, H.; Winter, R.; Zethner, G. & KPC GmbH: *Klimaschutzbericht 2015*. Reports, Bd. REP-0555. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2017): Krutzler, T.; Zechmeister, A.; Stranner, G.; Wiesenberger, H.; Gallauner, T.; Gössl, M.; Heller, C.; Heinfellner, H.; Ibesich, N.; Lichtblau, G.; Schieder, W.; Schneider, J.; Schindler, I.; Storch, A.; Winter, R.: *Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050, Synthesebericht*. 2017 Report, Bd. REP-0628. Umweltbundesamt, Wien 2017.

- UMWELTBUNDESAMT (2019a): Lampert, C. & Thaler, P.: Deponiegaserfassung 2013–2017. Reports, Bd. REP-0679. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2019b): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Gössl, M.; Haider, S.; Kappel, E.; Krutzler, T.; Lampert, C.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Purzner, M.; Poupa, S.; Schieder, W.; Schmid, C.; Stranner, G.; Storch, A.; Wiesenberger, H.; Weiss, P.; Wieser, M. & Zethner, G.: GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0610. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2020): Anderl, M.; Gangl, M.; Lampert, C.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Schieder, W.; Schodl, B.; Titz, M.; Wieser, M. & Zechmeister, A.: Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2018. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2020). Reports, Bd. REP-0746. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021a): Anderl, M.; Friedrich, A.; Gangl, M.; Haider, S.; Köther, T.; Kriech, M.; Kuschel, V.; Lampert, C.; Mandl, N.; Matthews, B.; Pazdernik, K.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmid, C.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Schwaiger, E.; Schwarzl, B.; Titz, M.; Weiss, P.; Wieser, M. & Zechmeister, A.: Austria's National Inventory Report 2021 – Submission under the United Nations Framework Convention of Climate Change and the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0761. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021b): Emissionshandelsregister. Stand der Einhaltung für die Jahre 2005–2020 im österreichischen Teil des Unionsregisters. 30.04.2021.
- UMWELTBUNDESAMT (2021c): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Gössl, M.; Haider, S.; Heinfellner, H.; Krutzler, T.; Lampert, C.; Pazdernik, K.; Perl, D.; Purzner, M.; Poupa, S.; Schieder, W.; Schmid, C.; Stranner, G.; Schodl, B.; Storch, A.; Wiesenberger, H.; Weiss, P. & Wieser, M.: GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0766. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2021d): Heller, C.; Lichtlbau, G.; Schmid, C. & Zechmeister, A.: Analyse zur Erhöhung des Klimaziels 2030. Bd. Rep-DP-158. Umweltbundesamt, Wien.
- UNEP – United Nations Environment Programme (2020): The Emissions Gap Report 2020. November 2019. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
- VOGEL, J. & GEIGER, K. (2019): Business4Climate – Unternehmensstrategien im Einklang mit Klimaschutz und Klimawandelanpassung. Endbericht von StartClim2018.D in StartClim2018: Weitere Beiträge zur Umsetzung der österreichischen Anpassungsstrategie, im Auftrag von BMLFUW, BMWF, ÖBF, und Land Oberösterreich.
https://startclim.at/fileadmin/user_upload/StartClim2018/StCl18D_lang_final.pdf
- WEGENER CENTER – Wegener Center Universität Graz (2017): Das Treibhausgas-Budget für Österreich. Graz, Oktober 2017.

- WEGENER CENTER – Wegener Center Universität Graz (2019): Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich (Ref-NEKP) Gesamtband. Graz, Oktober 2019.
- WEGENER CENTER – Wegener Center Universität Graz (2020): Statement 9.10.2020 – ein Update zum Ref-NEKP der Wissenschaft: Treibhausgasbudget für Österreich auf dem Weg zur Klimaneutralität 2040. Oktober 2020.
- WELTBANK (2018): Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration. World Bank, Washington.
<https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2018/03/19/groundswell---preparing-for-internal-climate-migration>
- WIFO – Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (2016): Kletzan-Slamanig, D. & Köppl, A.: Subventionen und Steuern mit Umweltrelevanz in den Bereichen Energie und Verkehr. WIFO-Monographien. Wien.
http://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=58641&mime_type=application/pdf
- WIFO – Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (2018): Kettner-Marx, C. & Kletzan-Slamanig, D.: Energy and Carbon Taxes in the EU – Empirical evidence with focus on the transport sector. WIFO Working Papers No. 555. Wien.
https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=60972&mime_type=application/pdf
- WMO – World Meteorological Organization (2021): WMO Statement on the State of the Global Climate in 2020. Geneva, Switzerland.
<https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2021a): Informationsportal Klimawandel. Lufttemperatur. Wien. 15.04.2021.
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/lufttemperatur>
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2021b): Österreichisches Klimabulletin. Jahr 2020. Wien. April 2021
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/oesterreichisches-klimabulletin-2020>

Rechtsnormen und Leitlinien

- Abfallbehandlungspflichtenverordnung (BGBl. II Nr. 459/2004 i.d.F. BGBl. II Nr. 363/2006): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Behandlungspflichten von Abfällen.
- Abfallrahmenrichtlinie (RL 2008/98/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien. ABl. Nr. L 312.
- Abfallwirtschaftsgesetz 1990 (AWG 1990; BGBl. Nr. 325/1990): Bundesgesetz vom 6. Juni 1990 über die Vermeidung und Behandlung von Abfällen.
- Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002; BGBl. I Nr. 102/2002 i.d.g.F.): Bundesgesetz über eine nachhaltigere Abfallwirtschaft.
- Abwasseremissionsverordnung – AEV für kommunales Abwasser (BGBl. 210/1996 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Abwasserreinigungsanlagen für Siedlungsgebiete.
- Akkreditierungsgesetz (AkkG; BGBl. Nr. 468/1992 i.d.g.F.): Bundesgesetz über die Akkreditierung von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen, mit dem die Gewerbeordnung 1973, BGBl. Nr. 50/1974, das Kesselgesetz, BGBl. Nr. 211/1992, und das Maß- und Eichgesetz, BGBl. Nr. 152/1950, zuletzt geändert durch BGBl. Nr. 213/1992, geändert wird.
- Änderung der Kraftstoffverordnung 1999 (BGBl. II Nr. 168/2009): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Kraftstoffverordnung 1999 geändert wird.
- Beschluss Nr. 2013/162/EU: Beschluss der Kommission vom 26. März 2013 zur Festlegung der jährlichen Emissionszuweisungen an die Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2013 bis 2020 gemäß der Entscheidung Nr. 406/2009/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. ABl. Nr. L90/106.
- Beschluss Nr. 1814/2015/EU: Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Oktober 2015 über die Einrichtung und Anwendung einer Marktstabilitätsreserve für das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Union und zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG.
- Beschluss Nr. 2017/1471/EU: Beschluss der Kommission vom 10. August 2017 zur Änderung des Beschlusses 2013/162/EU zur Anpassung der jährlichen Emissionszuweisungen der Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2017 bis 2020.

- Beschluss der Kommission 2021/C 302/01: Beschluss der Kommission vom 29. Juni 2021 zur Anweisung des Zentralverwalters des Transaktionsprotokolls der Europäischen Union, die nationalen Zuteilungstabellen Belgiens, Bulgariens, Tschechiens, Dänemarks, Deutschlands, Estlands, Irlands, Griechenlands, Spaniens, Frankreichs, Kroatiens, Italiens, Zyperns, Lettlands, Litauens, Luxemburgs, Ungarns, der Niederlande, Österreichs, Polens, Portugals, Rumäniens, Sloweniens, der Slowakei, Finnlands und Schwedens im Transaktionsprotokoll der Europäischen Union zu erfassen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=OJ:C:2021:302:FULL&from=DE>
- Biokraftstoffrichtlinie (RL 2003/30/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor. ABl. Nr. L 123.
- CCS-Gesetz (BGBl. I Nr. 144/2011): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über das Verbot der geologischen Speicherung von Kohlenstoffdioxid erlassen wird und das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000, das Bundes-Umwelthaftungsgesetz, die Gewerbeordnung 1994 sowie das Mineralrohstoffgesetz geändert werden.
- CCS-Richtlinie (RL 2009/31/EG): Richtlinie des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG und 2008/1/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006. ABl. Nr. L 140.
- Deponieverordnung (DeponieVO; BGBl. Nr. 164/1996 i.d.F. BGBl. II Nr. 49/2004): Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen.
- Deponieverordnung 2008 (DeponieVO 2008; BGBl. II Nr. 39/2008 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien.
- Deponieverordnung 2016 (DeponieVO 2016; BGBl. II Nr. 291/2016): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Verordnung über Deponien geändert wird.
- Durchführungsbeschluss Nr. 2013/634/EU: Durchführungsbeschluss der Kommission über die Anpassung der jährlichen Emissionszuweisungen an die Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2013 bis 2020 gemäß der Entscheidung Nr. 406/2009/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. ABl. Nr. L 292/19.

Durchführungsbeschluss Nr. 2020/2160/EU: Durchführungsbeschluss der Kommission vom 16. Dezember 2020 zur Festlegung der jährlichen Emissionszuweisungen an die Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2021 bis 2030 gemäß der Verordnung (EU) 2018/842 des Europäischen Parlaments und des Rates. ABl. Nr. L 426/58.

Emissionshandelsrichtlinie (EH-RL; RL 2003/87/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates. ABl. Nr. L 275.

Emissionshandelsrichtlinie (RL 2009/29/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten. ABl. Nr. L 140.

Emissionshandelsrichtlinie (RL 2018/401/EU): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2018 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Unterstützung kosteneffizienter Emissionsreduktionen und zur Förderung von Investitionen mit geringem CO₂-Ausstoß und des Beschlusses (EU) 2015/1814.

Emissionshöchstmengengesetz-Luft (EG-L; BGBl. I Nr. 34/2003): Bundesgesetz, mit dem ein Bundesgesetz über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe erlassen sowie das Ozongesetz und das Immissionsschutzgesetz-Luft geändert werden.

Emissionszertifikategesetz (EZG; BGBl. I Nr. 46/2004 i.d.g.F.): Bundesgesetz über ein System für den Handel mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten.

EN ISO/IEC 17020: Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen.

Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG; BGBl. I Nr. 137/2006 i.d.g.F.): Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten.

Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG; BGBl. I Nr. 27/2012 i.d.g.F.): Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten.

Energieeffizienzgesetz (EEffG; BGBl. I Nr. 72/2014): Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund.

Energieeffizienzgesetz-Richtlinienverordnung (BGBl. II Nr. 394/2015): Verordnung des Bundesministers für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft über die Richtlinien für die Tätigkeit der nationalen Energieeffizienz-Monitoringstelle.

Energieeffizienz-Richtlinie (RL 2012/27/EU): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG.

- Energieeinsparverordnung (BGBI. I S. 1519): Verordnung vom 24. Juli 2007, die durch die Verordnung vom 29. April 2009 (BGBI. I S. 954) geändert worden ist. Bundesrepublik Deutschland.
- Entscheidung Nr. 2002/358/EG (EU Lastenaufteilung – EU Burden Sharing Agreement): Entscheidung des Rates über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen. ABl. Nr. L 130.
- Entscheidung Nr. 280/2004/EG: Entscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über ein System zur Überwachung der Treibhausgas-Emissionen in der Gemeinschaft und zur Umsetzung des Kyoto-Protokolls. ABl. Nr. L 49.
- Entscheidung Nr. 406/2009/EG: Entscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten zur Reduktion ihrer Treibhausgas-Emissionen mit Blick auf die Erfüllung der Verpflichtungen der Gemeinschaft zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen bis 2020. ABl. Nr. L 140.
- Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RL 2009/28/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. ABl. Nr. L 140.
- F-Gas-Verordnung (VO (EG) Nr. 842/2006): Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über bestimmte fluorierte Treibhausgase.
- F-Gas-Verordnung (VO (EG) Nr. 517/2014): Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006.
- Finanzausgleichsgesetz 2017 (FAG; BGBI. I Nr. 116/2016): Bundesgesetz, mit dem der Finanzausgleich für die Jahre 2017 bis 2021 geregelt wird und sonstige finanzausgleichsrechtliche Bestimmungen getroffen werden.
- Gebäude- und Wohnungsregistergesetz (GWR; BGBI. I Nr. 125/2009): Bundesgesetz, mit dem das Registerzahlungsgesetz, das Bundesgesetz über das Gebäude- und Wohnungsregister, das Bundesstatistikgesetz 2000 und das E-Government-Gesetz geändert werden.
- Gebäuderichtlinie (RL (EU) 2018/844): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz.

- Heizkostenabrechnungsgesetz (HeizKG; BGBl. Nr. 827/1992 i.d.g.F.): Bundesgesetz über die sparsamere Nutzung von Energie durch verbrauchsabhängige Abrechnung der Heiz- und Warmwasserkosten sowie über Änderungen des Wohnungseigentumsgesetzes 1997, des Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetzes und des Mietrechtsgesetzes.
- Immissionsschutzgesetz Luft (IG-L; BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.
- Industriegasverordnung (HFKW-FKW-SF₆-VO; BGBl. II Nr. 447/2002 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Verbote und Beschränkungen teilfluorierter und vollfluorierter Kohlenwasserstoffe sowie von Schwefelhexafluorid.
- Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.F. BGBl. I Nr. 128/2015): Bundesgesetz zur Einhaltung von Höchstmengen von Treibhausgas-Emissionen und zur Erarbeitung von wirksamen Maßnahmen zum Klimaschutz.
- Kraftstoffverordnung (VO Nr. 418/1999 i.d.F. 417/2004): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Festlegung der Qualität von Kraftstoffen.
- Kraftstoffverordnung 2012 (BGBl. II Nr. 398/2012): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Qualität von Kraftstoffen und die nachhaltige Verwendung von Biokraftstoffen.
- Lösungsmittelverordnung 2005 (LMV; BGBl. II Nr. 398/2005): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen durch Beschränkungen des Inverkehrsetzens und der Verwendung organischer Lösungsmittel in bestimmten Farben und Lacken.
- Mietrechtsgesetz (MRG; BGBl. Nr. 520/1981 i.d.g.F.): Bundesgesetz vom 12. November 1981 über das Mietrecht.
- Mineralölsteuergesetz 1995 (MÖSt; BGBl. Nr. 630/1994 i.d.g.F.): Bundesgesetz, mit dem die Mineralölsteuer an das Gemeinschaftsrecht angepasst wird.
- Normverbrauchsabgabegesetz (NoVAG, BGBl. Nr. 695/1991): Bundesgesetz, mit dem eine Abgabe für den Normverbrauch von Kraftfahrzeugen eingeführt wird.
- Öffentliches Personennah- und Regionalverkehrsgesetz 1999 (ÖPNRV-G; BGBl. I Nr. 204/1999): Bundesgesetz über die Ordnung des öffentlichen Personennah- und Regionalverkehrs.
- OIB-Richtlinie 6 (2020): Energieeinsparung und Wärmeschutz. Österreichisches Institut für Bautechnik, Ausgabe: April 2020. OIB-330.6-022/19-093.

- Ökologisierungsgesetz 2007 (ÖkoG 2007; BGBl. I Nr. 46/2008 i.d.g.F.): Bundesgesetz, mit dem das Normverbrauchsabgabengesetz und das Mineralölsteuergesetz 1995 geändert werden.
- Ökostromgesetz (BGBl. I Nr. 149/2002 i.d.g.F.): Bundesgesetz, mit dem Neuregelungen auf dem Gebiet der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern und auf dem Gebiet der Kraft-Wärme-Kopplung erlassen werden (Ökostromgesetz) sowie das Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (ElWOG) und das Energieförderungsgesetz 1979 (EnFG) geändert werden.
- Ökostromgesetz 2012 (ÖSG 2012; BGBl. I Nr. 75/2011): Bundesgesetz über die Förderung der Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energieträgern.
- ÖNORM EN ISO/IEC 17020: Konformitätsbewertung – Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen (ISO/IEC/DIS 17020:2011).
- ÖNORM B 8110-5: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile.
- RL 2009/28/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Erneuerbare Richtlinie)
- RL 2006/32/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates. ABl. Nr. L 114. (Energy Services Directive, ESD).
- RL 2008/101/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten in der Gemeinschaft. ABl. Nr. L 8.
- RL 2010/31/EU: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.
- RL 2012/27/EU: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG. ABl. Nr. L 315/1.
- RL 2018/410/EU: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. März 2018 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Unterstützung kosteneffizienter Emissionsreduktionen und zur Förderung von Investitionen mit geringem CO₂-Ausstoß und des Beschlusses (EU) 2015/1814.

- Treibstoffqualitätsrichtlinie (RL 2009/30/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 98/70/EG im Hinblick auf die Spezifikationen für Otto-, Diesel- und Gasölkraftstoffe und die Einführung eines Systems zur Überwachung und Verringerung der Treibhausgas-Emissionen sowie zur Änderung der Richtlinie 1999/32/EG des Rates im Hinblick auf die Spezifikationen für von Binnenschiffen gebrauchte Kraftstoffe und zur Aufhebung der Richtlinie 93/12/EWG.
- Umweltförderungsgesetz (UFG; BGBl. Nr. 185/1993 i.d.g.F.): Bundesgesetz über die Förderung von Maßnahmen in den Bereichen der Wasserwirtschaft, der Umwelt, der Altlastensanierung, zum Schutz der Umwelt im Ausland und über das österreichische JI/CDM-Programm für den Klimaschutz, mit dem das Altlastensanierungsgesetz, das Abfallwirtschaftsgesetz, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Bundesfinanzgesetz 1993, das Bundesfinanzierungsgesetz und das Wasserrechtsgesetz 1959 geändert werden.
- Verpackungsverordnung (VerpackVO 1996; BGBl. Nr. 648/1996): Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen und bestimmten Warenresten und die Einrichtung von Sammel- und Verwertungssystemen.
- Verpackungsverordnung 2014 (VerpackVO 2014; BGBl. II Nr. 184/2014 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung von Anteilen zur Abgrenzung von Haushaltsverpackungen und gewerblichen Verpackungen.
- Verwaltungsreformgesetz BMLFUW (BGBl. I Nr. 58/2017): Bundesgesetz, mit dem das Wasserrechtsgesetz 1959, das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000, das Immissionsschutzgesetz-Luft, das Klimaschutzgesetz, das Umweltförderungsgesetz, das Bundesluftreinhaltegesetz, das Altlastensanierungsgesetz, das Chemikaliengesetz 1996, das Gesundheits- und Ernährungssicherheitsgesetz, das Pflanzenschutzgesetz 2011, das Düngemittelgesetz 1994, das Futtermittelgesetz 1999, das BFW-Gesetz, das Rebenverkehrsgesetz 1996, das Produktenbörsegesetz, das Bundesgesetz über die Bundesämter für Landwirtschaft und die landwirtschaftlichen Bundesanstalten, das Klima- und Energiefondsgesetz 2007 und das Spanische Hofreitschule-Gesetz geändert und das Bundesgesetz zur Schaffung eines Gütezeichens für Holz und Holzprodukte aus nachhaltiger Nutzung, das Börsesensale-Gesetz und das Bundesgesetz über das Bundesamt für Wasserwirtschaft aufgehoben werden.
- VO BGBl. Nr. 68/1992 i.d.g.F.: Verordnung des Bundesministers für Umwelt, Jugend und Familie über die getrennte Sammlung biogener Abfälle.
- VO Nr. 443/2009/EU: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen im Rahmen des Gesamtkonzepts der Gemeinschaft zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeugen.

- VO (EU) Nr. 510/2011: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2011 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue leichte Nutzfahrzeuge im Rahmen des Gesamtkonzepts der Union zur Verringerung der CO₂-Emissionen von Personenkraftwagen und leichten Nutzfahrzeuge.
- VO Nr. 525/2013/EU: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 über ein System für die Überwachung von Treibhausgas-Emissionen sowie für die Berichterstattung über diese Emissionen und über andere klimaschutzrelevante Informationen auf Ebene der Mitgliedstaaten und der Union und zur Aufhebung der Entscheidung Nr. 280/2004/EG.
- VO 176/2014/EU: Verordnung der Kommission zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 1031/2010 insbesondere zur Festlegung der im Zeitraum 2013–2020 zu versteigernden Mengen Treibhausgasemissionszertifikate.
- VO Nr. 421/2014/EU: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft zur Umsetzung bis 2020 eines internationalen Übereinkommens über die Anwendung eines einheitlichen globalen marktbasierten Mechanismus auf Emissionen des internationalen Luftverkehrs.
- VO 2392/2017/EU: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2017 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zur Aufrechterhaltung der derzeitigen Einschränkung ihrer Anwendung auf Luftverkehrstätigkeiten und zur Vorbereitung der Umsetzung eines globalen marktbasierten Mechanismus ab 2021.
- VO Nr. 842/2018/EU: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris sowie zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013.
- VO Nr. 1999/2018/EU: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU und 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2009/119/EG und (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates.

- VO 2018/1999/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU und 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2009/119/EG und (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates.
- VO 2018/841/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 und des Beschlusses Nr. 529/2013/EU
- Delegierte VO 2021/268/EU der Kommission vom 28. Oktober 2020 zur Änderung des Anhangs IV der Verordnung (EU) 2018/841 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der von den Mitgliedstaaten anzuwendenden Referenzwerte für Wälder für den Zeitraum 2021 bis 2025.
- VOC-Anlagen-Verordnung (VAV; BGBl. II Nr. 301/2002): Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend zur Umsetzung der Richtlinie 1999/13/EG über die Begrenzung der Emissionen bei der Verwendung organischer Lösungsmittel in gewerblichen Betriebsanlagen.
- Wegekostenrichtlinie (RL 2011/76 EU): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 1999 über die Erhebung von Gebühren für die Benutzung bestimmter Verkehrswege durch schwere Nutzfahrzeuge.
- Wohnrechtsnovelle 2009 (WRN 2009; BGBl. I Nr. 25/2009): Bundesgesetz, mit dem das Mietrechtsgesetz, das Richtwertgesetz, das Wohnungseigentumsgesetz 2002, das Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz und das Heizkostenabrechnungsgesetz geändert werden.
- Wohnungseigentumsgesetz (WEG 2002; BGBl. I Nr. 70/2002 i.d.g.F.): Bundesgesetz über das Wohnungseigentum.
- Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz (WGG; BGBl. I S 438/1940 i.d.g.F.): Gesetz über die Gemeinnützigkeit im Wohnungswesen.

ANHANG 1 – ERSTELLUNG DER INVENTUR

Rechtliche Basis

Jährliche Treibhausgas- Inventuren

Internationale Berichtspflichten

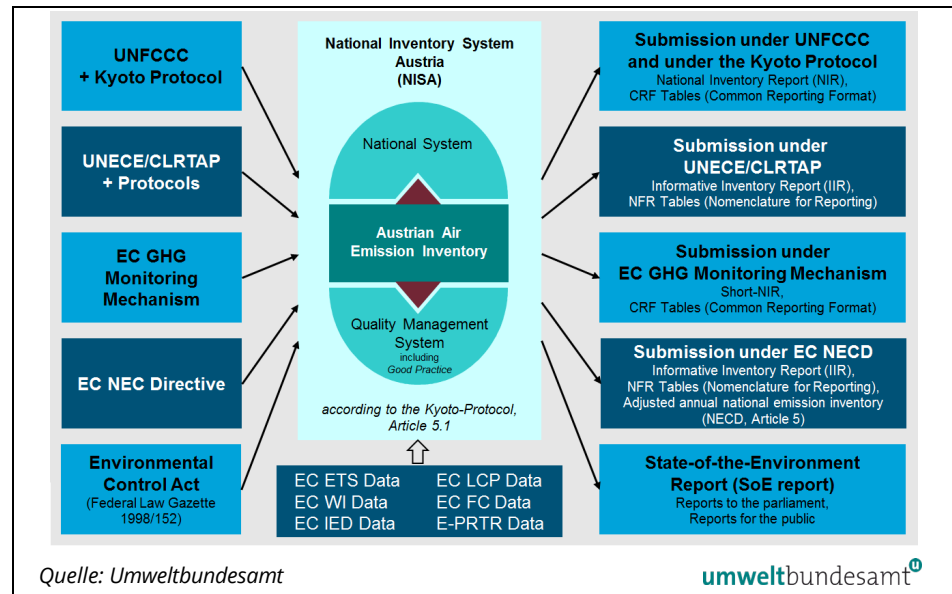
Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention ist Österreich dazu verpflichtet, jährlich Inventuren zu den nationalen Treibhausgas-Emissionen zu erstellen und zu übermitteln/veröffentlichen. Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ergaben sich weitergehende Verpflichtungen hinsichtlich der Erstellung, der Qualität, der Berichterstattung und der Überprüfung von Emissionsinventuren. Durch die europäische Umsetzung des Kyoto-Protokolls mit der Verabschiedung der EU Entscheidung 280/2004/EG waren diese Anforderungen bereits im Frühjahr 2004 für Österreich rechtsverbindlich. In einer Erweiterung des Kyoto-Protokolls (das Doha Amendment) wurden die Grundlagen für die zweite Verpflichtungsperiode geschaffen, welche auch durch das EU-Klima- und Energiepaket (insbesondere Effort-Sharing-Decision 406/2009/EG) nationale Emissionshöchstmengen vorschreibt.

Nationales Inventursystem

Um diese hohen Anforderungen bestmöglich zu erfüllen, wurde das Nationale Inventursystem (NISA) geschaffen. Das NISA baut auf der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) als zentralem Kern auf und gewährleistet Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit sowie zeitgerechte Übermittlung (Submission) der Inventur. Wichtiger Teil des NISA ist das Qualitätsmanagementsystem nach ÖNORM EN ISO/IEC 17020. Österreich ist als weltweit einzige Stelle für die Erstellung der nationalen Luftschadstoff-Inventur akkreditiert.⁷²

⁷² Seit dem 23. Dezember 2005 ist das Umweltbundesamt als Inspektionsstelle Typ A (ID Nr. 0241) für die Erstellung der nationalen Luftschadstoffinventur gemäß ÖNORM EN ISO/IEC 17020 und Österreichischem Akkreditierungsgesetz akkreditiert. Der Akkreditierungsumfang ist unter www.bmdw.gv.at/akkreditierung veröffentlicht.

Abbildung 110:
Nationales Inventursystem Österreich (NISA).



Berechnungsvorschriften

Die methodische Vorgehensweise zur Berechnung der Emissionen und das Berichtsformat sind genau festgelegt. Anzuwenden ist ein vom Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ausgearbeitetes Regelwerk, dokumentiert in den IPCC Guidelines (IPCC 2006).

Tiefenprüfung unter UNFCCC

Die Einhaltung dieser Berechnungsvorschriften wird im Regelfall jährlich durch eine Tiefenprüfung im Auftrag des Klimasekretariats der UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) durch externe ExpertInnen (Expert Review Team) kontrolliert. Die Tiefenprüfung kann als Desk Review, Centralized Review oder In-Country Review durchgeführt werden, wobei letzterer zumindest alle fünf Jahre zu erfolgen hat.⁷³

Erachtet das Prüfteam eine Inventur der Kyoto-Periode als unvollständig bzw. nicht entsprechend den Regelwerken erstellt, werden während der Prüfung Empfehlungen zur Änderung der Berechnungen vorgeschlagen. Werden diese Änderungen vom Vertragsstaat abgelehnt oder nicht in zufriedenstellender Weise ausgeführt, führt das Prüfteam eigene Berechnungen durch – sogenannte Berichtigungen (adjustments). Diese ersetzen die nationalen Berechnungen und sind immer zum Nachteil des betroffenen Landes. Erhebt das Land Einspruch gegen die Berichtigungen, entscheidet letztendlich das Compliance Committee der UNFCCC über den Einspruch.

Die Tiefenprüfung durch die UNFCCC im Februar 2007 (In-country Review in Wien) war von besonderer Bedeutung, da sie zusätzlich zur Treibhausgas-Inventur auch die Prüfung des nationalen Inventursystems und des Emissionshandlungsregisters auf ihre Erfüllung der Anforderungen unter dem Kyoto-Protokoll

⁷³ Guidelines for the technical review of information reported under the Convention related to greenhouse gas inventories, biennial reports and national communications by Parties included in Annex I to the Convention" (decision 13/CP.20), Annex, Part III, Absatz 63.

umfasste. Als Folge dieser Prüfung erhielt Österreich die Berechtigung zur Teilnahme an den flexiblen Mechanismen unter dem Kyoto-Protokoll. Mit der Tiefenprüfung im September 2014 fand die finale Überprüfung der ersten Kyoto Verpflichtungsperiode (2008–2012) statt. Alle fachlichen Fragen konnten hinreichend geklärt werden, es gab keine Beanstandungen (Saturday Paper). Die sehr hohe Qualität der österreichischen Inventur wurde damit wieder bestätigt und die erste Verpflichtungsperiode konnte seitens der Inventur erfolgreich abgeschlossen werden. Die nächste Tiefenprüfung (In-country Review) unter der UNFCCC findet voraussichtlich im September 2022 statt.

Zusätzlich erfolgt seit dem Berichtsjahr 2015 jährlich eine Prüfung der Treibhausgas-Inventur durch technische ExpertInnen unter der Leitung der Europäischen Umweltagentur (Inventurprüfung gemäß Artikel 19 der Monitoring Mechanismus – VO Nr. 525/2013/EG). Etwaige Anmerkungen bzw. Empfehlungen werden in der österreichischen Inventur unmittelbar umgesetzt oder fließen in den nationalen Inventurverbesserungsplan ein.

Jährliche Berichte

Der Zeitablauf der jährlichen Berichterstattung beginnt mit der jährlichen Übermittlung der Treibhausgas-Inventur – d. h. der Emissionstabellen im CRF-Format und des Inventurberichtes („Short NIR“) – am 15. Jänner an die Europäische Kommission. Aktualisierungen bzw. ein vollständiger „National Inventory Report (NIR)“ sind gemäß Monitoring Mechanism Verordnung (VO 525/2013/EG) am 15. März zu übermitteln. Am 15. April jeden Jahres werden die Daten an das Klimasekretariat der UNFCCC übermittelt. Tabelle 23 zeigt den jährlichen Zeitplan der Berichte sowie die zugehörigen Prüfschritte auf.

*Tabelle 23:
Jährlicher Prozess zur
Erstellung und Überar-
beitung der Treibhaus-
gas-Inventur (Umwelt-
bundesamt).*

15. Jänner (<i>Jahr n</i>)	Übermittlung der Treibhausgas-Inventur (CRF und „Short-NIR“) an die EK
15. Jänner bis 28. Februar (<i>Jahr n</i>)	Überprüfung der Daten durch die EK
15. März (<i>Jahr n</i>)	Übermittlung des (endgültigen) „Nationalen Inventurberichtes (NIR)“ an die EK
15. März bis 31. März (<i>Jahr n</i>)	Überprüfung der Daten (CRF) und des nationalen Inventurberichtes (NIR) durch die EEA
15. April (<i>Jahr n</i>)	Übermittlung der Treibhausgas-Inventur (CRF und NIR) an die UNFCCC
15. April bis 30. Juni (<i>Jahr n</i>)	Überprüfung der Treibhausgas-Inventur (CRF und NIR) durch die EEA im Rahmen des Reviews unter der Effort-Sharing-Decision („ESD-Review“) gemäß Monitoring Mechanism Verordnung
Juni (<i>Jahr n</i>) bis März (<i>Jahr n+1</i>)	Überprüfung der Daten durch die UNFCCC: <ul style="list-style-type: none"> ● Stufe 1: Initial Check ● Stufe 2: Synthesis and Assessment ● Stufe 3: Individual Review

bis 15. Januar (*Jahr n + 1*)

Berücksichtigung der Verbesserungsvorschläge der EK und der UNFCCC bei der Erstellung und Überarbeitung der Treibhausgas-Inventur

Methodische Aspekte

Emissionsberechnung

Die Bilanzierung der Treibhausgase im Rahmen der internationalen Abkommen, wie der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC), erfasst jene Emissionen, die Akteure innerhalb der Grenzen eines Landes verursachen. Das ist die sogenannte produktionsbasierte oder territoriale Berechnungsmethode.

Die grundlegende Formel der Emissionsberechnung kann mit folgender Gleichung beschrieben werden:

$$\text{Emission (E)} = A * EF$$

Die Daten für Aktivitäten (A) werden aus statistischen Unterlagen gewonnen (im Landwirtschaftsbereich sind das z. B. Tierzahlen, Düngemittelabsatz, Erntemengen etc.). Die Emissionsfaktoren (EF) dagegen können – je nach angewandter Methode – eine einfache Verhältniszahl (z. B. CH₄/Tier) oder das Ergebnis komplexer Berechnungen sein (z. B. bei Berücksichtigung der Stickstoffflüsse in der Treibhausgas-Inventur).

Methodik

Zur Bestimmung der Emissionen werden i.d.R. zwei unterschiedlich detaillierte Methoden vorgeschlagen:

- eine einfache, mit konstanten Emissionsfaktoren auf Grundlage international anerkannter Schätzwerte (Stufe-1-Verfahren) und
- eine den Emissionsprozess detaillierter abbildende Methode (Stufe-2-Verfahren).

Die Anwendung detaillierter Berechnungsverfahren führt zu einer Verringerung der Unsicherheiten. Durch die bessere Berücksichtigung spezifischer Technologien wird zusätzlich eine Erhöhung der Abbildung von Maßnahmen in der Treibhausgas-Inventur erreicht.

Hat eine Quellgruppe einen signifikanten Anteil an den nationalen Emissionen, müssen diese nach dem Stufe-2-Verfahren ermittelt werden. Dies bedeutet, dass ein landesspezifischer und/oder zeitabhängiger Emissionsfaktor herangezogen werden muss.

Landesspezifische Faktoren dürfen nur dann in die Treibhausgas-Inventur aufgenommen werden, wenn nationale Erhebungen bzw. Messergebnisse vorliegen oder die erforderlichen Daten im Rahmen von wissenschaftlich begutachteten Studien (peer-reviewed studies) ausgearbeitet wurden.

Die Revision der Treibhausgas-Inventur

Vergleichbarkeit der Emissionsdaten

Zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit von Emissionsdaten ergibt sich die Notwendigkeit, revidierte Primärstatistiken (z. B. der Energiebilanz) bei der jährlichen Inventurerstellung entsprechend zu berücksichtigen. Auch weiterentwickelte Emissionsmodelle und Parameter werden zur Bewahrung der erforderlichen Konsistenz in der Regel für die gesamte Zeitreihe angewendet. Es ist also der laufende Prozess der Inventurverbesserung, welcher zwangsläufig zu revidierten Emissionszeitreihen führt.

Insbesondere bei den Vorjahreswerten sind regelmäßig Revisionen zu verzeichnen, da wesentliche Primärstatistiken auf vorläufigen Daten beruhen. Die jährlichen UN-Tiefenprüfungen der Treibhausgas-Inventur sollen hier ebenfalls nicht unerwähnt bleiben, denn die Aufnahme der Ergebnisse kann zu veränderten Emissionsdaten führen.

Alle Änderungen in der Inventur werden in den methodischen Berichten, die jährlich erstellt werden, dokumentiert. Die aktuelle Inventur, auf der dieser Klimaschutzbericht basiert, wird in UMWELTBUNDESAMT (2021a) umfassend und transparent dargestellt.

ANHANG 2 – METHODE DER KOMPONENTENZERLEGUNG

LMDI-Methode Zur Ermittlung der Einflüsse einzelner Parameter wird ab dem Klimaschutzbericht 2018 die LMDI (Logarithmic Division Index)-Methode der Komponentenerlegung verwendet. Sie wird in der Bewertung von Trends über Energie und Emissionen häufig angewandt, darunter auch in ICF 2016, IEA 2016 und EEA 2014.

Berechnungsmethodik Bei der Komponentenerlegung werden zunächst für jeden Verursacher wichtige, emissionsbeeinflussende Komponenten identifiziert. Danach werden Formeln definiert, die die Beziehungen der einzelnen Komponenten zueinander widerspiegeln. Die Emissionen können als Resultat einer Multiplikation definiert werden. Die folgende Gleichung zeigt die Multiplikationskette für die nationalen energiebedingten CO₂-Emissionen:

$$E = \frac{E}{EF} \times \frac{EF}{EBS} \times \frac{EBS}{BIV} \times \frac{BIV}{BIP} \times \frac{BIP}{BV} \times BV$$

Die gewählten Variablen werden in der nachstehenden Tabelle beschrieben:

Variablen	Beschreibung
E	Emissionen (CO ₂) aller Brennstoffe
E _F	Energieverbrauch fossiler Brennstoffe
E _{BS}	Energieverbrauch aller Brennstoffe
BIV	Bruttoinlandsenergieverbrauch
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BV	Bevölkerung

Diese Gleichung kann vereinfacht in folgender Form angeschrieben werden:

$$E = KI \times BM \times BI \times EI \times BK \times BV$$

Für die Faktoren der Multiplikationskette gilt im Zusammenhang mit den Einflussgrößen:

Abkürzung	Beschreibung der Faktoren
$KI = \frac{E}{EF}$	fossile Kohlenstoffintensität
$BM = \frac{EF}{EBS}$	Biomasse
$BI = \frac{EBS}{BIV}$	Brennstoffintensität
$EI = \frac{BIV}{BIP}$	Energieintensität

Abkürzung	Beschreibung der Faktoren
$BK = \frac{BIP}{BV}$	BIP pro Kopf
BV	Bevölkerung

Um die einzelnen Effekte der Komponenten abzuschätzen, werden die emissionsbeeinflussenden Faktoren für das Basisjahr und das Letztjahr quantifiziert und verglichen. Die beiden nachstehenden Formeln beziehen sich auf zwei unterschiedliche Zeitpunkte „t0“ und „tn“, dabei beschreibt „t0“ das Basisjahr und „tn“ ein beliebig gewähltes Betrachtungsjahr.

$$E_{t_0} = KI_{t_0} \times BM_{t_0} \times BI_{t_0} \times EI_{t_0} \times BK_{t_0} \times BV_{t_0}$$

$$E_{t_n} = KI_{t_n} \times BM_{t_n} \times BI_{t_n} \times EI_{t_n} \times BK_{t_n} \times BV_{t_n}$$

Wird die Komponentenerlegung angewandt, gilt folgender Zusammenhang für die Komponenten der Emissionsänderung von Zeit „t0“ bis „tn“:

$$\Delta E = E_{t_n} - E_{t_0} = \Delta E_{KI} + \Delta E_{BM} + \Delta E_{BI} + \Delta E_{EI} + \Delta E_{BK} + \Delta E_{BV}$$

Bei der LMDI-Methode werden die Effekte der Komponenten über einen einfachen mathematischen Zusammenhang zwischen Änderung der Treibhausgase und Änderung der betrachteten Komponente berechnet. Im Vergleich zu anderen Methoden basiert die LMDI-Methode auf logarithmischen Änderungen. Die Effekte der Komponenten werden mit folgender allgemeiner Formel berechnet:

$$\Delta E = \sum_{y=KI}^{BV} \Delta E_y = \sum_{y=KI}^{BV} \frac{E_{t_n} - E_{t_0}}{\ln\left(\frac{E_{t_n}}{E_{t_0}}\right)} \times \ln\left(\frac{y_{t_n}}{y_{t_0}}\right)$$

Der Index y bezeichnet die Einflussfaktoren KI , BM , BI , BK und BV . Exemplarisch wird die Formel für den Einfluss der Kohlenstoffintensität ΔE_{KI} auf die Änderungen der Emissionen angegeben:

$$\Delta E_{KI} = \frac{E_{t_n} - E_{t_0}}{\ln\left(\frac{E_{t_n}}{E_{t_0}}\right)} \times \ln\left(\frac{KI_{t_n}}{KI_{t_0}}\right)$$

Die Darstellung der Ergebnisse der Komponentenerlegung (bzw. die Reihung der Einzelergebnisse der Parameter) in den Sektorkapiteln erfolgt in Abhängigkeit von der Richtung (emissionserhöhend vs. emissionsmindernd) und dem Ausmaß des Beitrags der einzelnen Parameter und entspricht nicht der Reihenfolge der Berechnung. Dadurch wird eine bessere Übersichtlichkeit der emissionsmindernden und emissionstreibenden Faktoren erreicht. Die Einzelwerte sind als Abschätzung der Effekte unter den genannten Annahmen zu verstehen. Anhand

der Komponentenerlegung kann gezeigt werden, welche der ausgewählten Einflussgrößen den tendenziell größten Effekt zur Emissionsänderung beitragen. Einschränkend ist zu bemerken, dass die Ergebnisse von der Wahl der Parameter abhängen und ein Vergleich der verschiedenen Verursachergruppen nur bedingt möglich ist.

ANHANG 3 – SEKTORDEFINITION NACH KLIMASCHUTZGESETZ (KSG)

Energie und Industrie:	
CRF 1.A.1	Energieaufbringung
Abzüglich CRF 1.A.1.a	Public electricity and heat production – other fuels (Abfallverbrennung) ⁷⁴
CRF 1.A.2	Pyrogene Emissionen in der Industrie
CRF 1.A.3.e	Verdichterstationen (Stationäre Gasturbinen)
CRF 1.B	Diffuse Emissionen
CRF 2	Industrielle Prozesse (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)
Verkehr:	
CRF 1.A.3	Transport
Abzüglich CRF 1.A.3.e	Verdichterstationen (Stationäre Gasturbinen)
CRF 1.A.5	Other (Militär)
Gebäude:	
CRF 1.A.4	Other Sectors (Kleinverbrauch)
Abzüglich CRF 1.A.4.c	Landwirtschaft (Energieeinsatz Maschinen)
Landwirtschaft:	
CRF 3	Landwirtschaft
CRF 1.A.4.c	Landwirtschaft (Energieeinsatz Maschinen)
Abfallwirtschaft:	
CRF 5	Abfall (Deponien, Abwasser, MBA)
CRF 1.A.1.a	Public electricity and heat production – other fuels (Abfallverbrennung) ⁷⁴
Fluorierte Gase:	
CRF 2	Industrielle Prozesse (HFC, PFC, SF ₆)

CRF ... Common Reporting Format

⁷⁴ Emissionen aus den Stützbrennstoffen der Abfallverbrennungsanlagen (z. B. Gas, Heizöl) werden dem Sektor Energie und Industrie zugeordnet. Die Zuordnung der Abfallverbrennung zum Sektor Abfallwirtschaft umfasst damit nicht sämtliche Emissionen der Abfallverbrennungsanlagen.

ANHANG 4 – TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN 1990–2019

Emissionen gemäß Treibhausgas-Inventur (OLI)																
Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2018–2019	1990–2019
Energie und Industrie	36,4	35,7	36,0	41,6	39,1	38,8	36,6	35,9	33,7	35,1	34,7	36,5	34,0	35,0	+ 3,1%	– 3,9%
Energie und Industrie (exklusive Emissionshandel)*				5,8	6,4	6,1	6,3	6,0	5,6	5,6	5,7	5,9	5,5	5,4	– 2,2%	
Energie und Industrie Emissionshandel**				35,8	32,7	32,6	30,3	29,9	28,1	29,5	29,0	30,6	28,4	29,6	+ 4,1%	
Verkehr (inklusive nationaler Flugverkehr)	13,8	15,7	18,5	24,6	22,2	21,4	21,3	22,4	21,8	22,2	23,1	23,7	23,9	24,0	+ 0,4%	+ 74,4%
Verkehr (exklusive nationaler Flugverkehr)*				24,6	22,1	21,4	21,3	22,3	21,7	22,1	23,0	23,7	23,9	24,0	+ 0,4%	
Gebäude*	12,9	13,5	12,4	12,7	10,2	9,0	8,6	8,9	7,8	8,2	8,4	8,6	7,9	8,1	+ 3,0%	– 36,8%
Landwirtschaft*	9,5	8,9	8,6	8,2	8,1	8,2	8,1	8,0	8,3	8,2	8,4	8,3	8,2	8,1	– 0,7%	– 14,3%
Abfallwirtschaft*	4,2	3,9	3,3	3,3	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	– 2,3%	– 44,9%
Fluorierte Gase (inklusive NF ₃)	1,7	1,5	1,4	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,3	2,2	– 2,2%	+ 35,2%
Fluorierte Gase (exklusive NF ₃)*				1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,3	2,2	– 2,1%	
Treibhausgase nach KSG				56,3	51,6	49,4	49,1	49,9	48,1	48,9	50,4	51,3	50,2	50,2	+ 0,1%	
Gesamte Treibhausgase	78,4	79,2	80,1	92,1	84,3	82,1	79,4	79,8	76,2	78,5	79,5	81,9	78,6	79,8	+ 1,5%	+ 1,8%

* Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz (KSG)

** Daten für 2005–2012 wurden entsprechend der ab 2013 gültigen Abgrenzung des EH angepasst.

Datenstand: 15. März 2021. Die aktuellen Emissionsdaten können von bisher publizierten Zeitreihen abweichen.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

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

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

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Im Jahr 2019 wurden in Österreich rd. 79,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert. Damit lagen die Emissionen um rd. 1,8 % über dem Wert von 1990. Im Vergleich zum Jahr 2018 stiegen die Treibhausgas-Emissionen um 1,5 %. Hauptverantwortlich dafür waren die höhere Stahlproduktion, die höhere Stromproduktion in Erdgas-Kraftwerken und der witterungsbedingt höhere Einsatz fossiler Energieträger im Gebäudesektor.

Die Wirtschaftssektoren, die nicht dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, emittierten im Jahr 2019 50,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lagen damit um 1,9 Mio. Tonnen über der Emissionshöchstmenge für 2019.

Die Einhaltung des nationalen Zieles bis 2020 ist dennoch wahrscheinlich, da aus den Vorjahren nicht verbrauchte Emissionsrechte zur Verfügung stehen und für das Jahr 2020 pandemiebedingt von einem deutlichen Rückgang der Emissionen auszugehen ist.