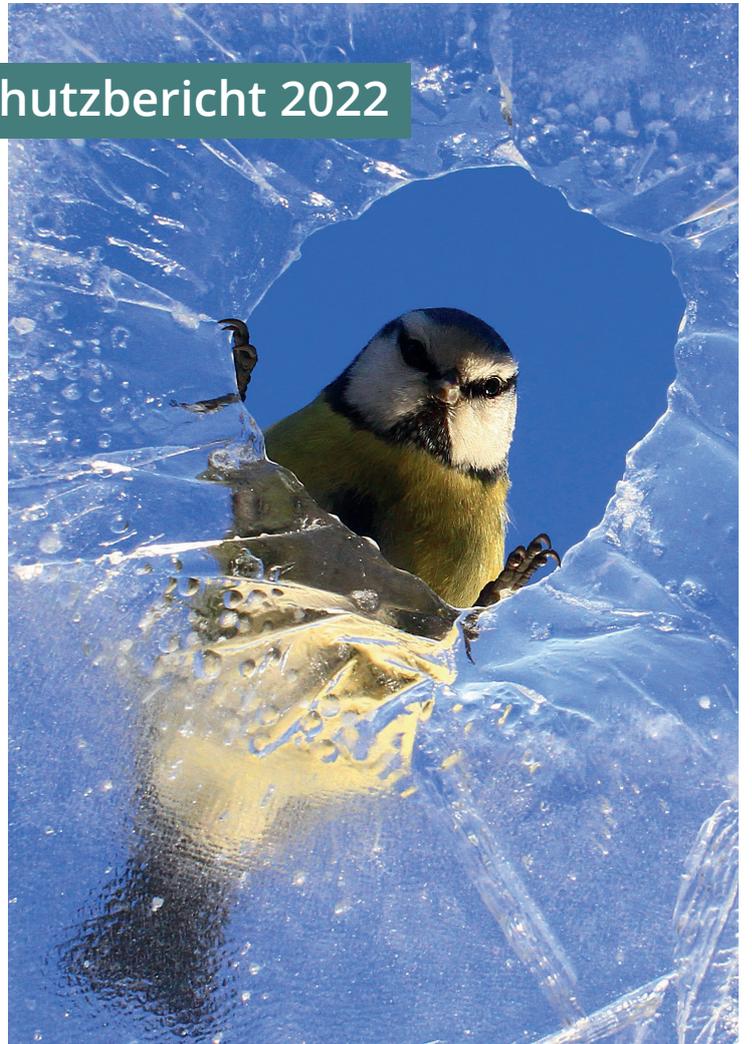


Klimaschutzbericht 2022



KLIMASCHUTZBERICHT 2022

REPORT
REP-0816

WIEN 2022

Projektleitung Andreas Zechmeister

AutorInnen Michael Anderl, Andreas Bartel, Elisabeth Frei, Bernd Gugele, Michael Gössl, Simone Mayer, Holger Heinfellner, Christian Heller, Anna Heuber, Traute Köther, Thomas Krutzler, Verena Kuschel, Christoph Lampert, Michael G. Miess, Katja Pazdernik, Daniela Perl, Stephan Poupa, Andrea Prutsch, Maria Purzner, Elisabeth Rigler, Karina Rockenschaub, Wolfgang Schieder, Carmen Schmid, Günther Schmidt, Simon Schnirzer, Barbara Schodl, Alexander Storch, Gudrun Stranner, Sigrid Svehla-Stix, Bettina Schwarzl, Elisabeth Schwaiger, Johanna Vogel, Peter Weiss, Herbert Wiesenberger, Manuela Wieser und Andreas Zechmeister

Lektorat Ira Mollay

Layout Doris Weismayr, 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, 2022

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-641-8

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	5
SUMMARY	13
1 KLIMAKRISE UND IHRE BEWÄLTIGUNG	21
1.1 Wissenschaftliche Basis	21
1.2 Auswirkungen für Österreich	29
1.3 Stand der internationalen Klimaverhandlungen (UNFCCC)	31
1.4 Klimaneutral bis 2050 in der Europäischen Union	35
1.4.1 EU Klima- und Energiepaket 2020	38
1.4.2 EU-Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030.....	46
1.5 Klimaneutralität bis 2040 in Österreich	55
1.5.1 Klimaschutzgesetz	55
1.5.2 Nationaler Energie- und Klimaplan 2021–2030 (NEKP)	58
1.5.3 Nationale Langfriststrategie 2050	60
1.5.4 Nationale Szenarien bis 2050.....	61
1.5.5 Wirtschaftliche Aspekte des Klimaschutzes	65
2 STATUS DER ÖSTERREICHISCHEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN	76
2.1 Anteil und Trend der Sektoren	78
2.2 Abweichung von Höchstmengen gemäß EU ESD und nationalem Klimaschutzgesetz	80
2.3 Anteile der Treibhausgase	83
2.4 Wirtschaftliche Einflussfaktoren auf den Trend der Treibhausgas-Emissionen	85
2.5 Emissionen auf Bundesländerebene	88
2.5.1 Sektor Energie und Industrie	89
2.5.2 Sektor Verkehr	91
2.5.3 Sektor Gebäude	92
2.5.4 Sektor Landwirtschaft	94
2.5.5 Sektor Abfallwirtschaft.....	94
2.5.6 Sektor F-Gase	96
2.6 Österreich im europäischen und globalen Vergleich	97
2.6.1 EU-Vergleich	97
2.6.2 Globaler Vergleich	99
3 SEKTORALE TRENDEVALUIERUNG	102
3.1 Sektor Energie und Industrie	103
3.1.1 Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion.....	105

3.1.2	Raffinerie	115
3.1.3	Eisen- und Stahlproduktion.....	116
3.1.4	Sonstige Industrie ohne Eisen- und Stahlproduktion	119
3.1.5	Mineralverarbeitende Industrie.....	123
3.1.6	Chemische Industrie	123
3.1.7	Sonstige Emissionsquellen.....	124
3.1.8	Vergleich Emissionshandels- und Nicht-Emissionshandels-Bereich ...	126
3.2	Sektor Verkehr.....	134
3.2.1	Straßenverkehr	141
3.2.2	Flugverkehr.....	154
3.3	Sektor Gebäude	157
3.3.1	Einflussfaktoren	159
3.3.2	Privathaushalte	169
3.4	Sektor Landwirtschaft	181
3.4.1	Verdauung (Fermentation) in Rindermägen	183
3.4.2	Düngung landwirtschaftlicher Böden	186
3.4.3	Wirtschaftsdünger-Management	187
3.4.4	Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft.....	188
3.4.5	Konsum landwirtschaftlicher Produkte	189
3.5	Sektor Abfallwirtschaft.....	193
3.5.1	Deponien	194
3.5.2	Aerobe und anaerobe biologische Abfallbehandlung	200
3.5.3	Abfallverbrennung.....	202
3.5.4	Abwasserbehandlung und -entsorgung	202
3.6	Sektor Fluorierte Gase	204
3.7	Sektor LULUCF	209
3.7.1	Landnutzung in Österreich.....	211
3.7.2	Wald.....	212
3.7.3	Holzprodukte	214
3.7.4	Ackerland, Grünland und Siedlungsraum	215
4	LITERATURVERZEICHNIS.....	218
5	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	240
6	TABELLENVERZEICHNIS	247
	ANHANG 1 – ERSTELLUNG DER INVENTUR.....	249
	ANHANG 2 – METHODE DER KOMPONENTENZERLEGUNG	254
	ANHANG 3 – SEKTORDEFINITION NACH KLIMASCHUTZGESETZ (KSG).....	257
	ANHANG 4 – TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN 1990–2020	258

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, darüber hinaus sollen Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen.

Klimawandel insbesondere durch Nutzung fossiler Brennstoffe

Verursacht werden Temperaturanstieg und Klimawandel durch den Ausstoß von Treibhausgasen. Wichtigste Quelle von Treibhausgas-Emissionen (THG) 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.

Der Klimawandel verläuft schneller und folgenschwerer als früher angenommen und ist in allen Regionen der Erde bemerkbar. Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre ist derzeit so hoch wie schon seit zwei Millionen Jahren nicht mehr.

1,1 °C Temperaturanstieg global ...

Bereits heute liegt die mittlere globale Temperatur um rund 1,1 °C über dem vorindustriellen Niveau und 2021 war das siebte Jahre in Folge, in dem ein 1 °C-Anstieg überschritten wurde. Vieles verändert sich in einem höheren Ausmaß und schnelleren Tempo als früher angenommen. Einige Auswirkungen sind bereits unumkehrbar. Mit weiter zunehmender Erwärmung werden die Risiken für Mensch und Natur weiter zunehmen. Daher bedarf es dringend rascher Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen, aber auch zur Anpassung an den Klimawandel. Die Zeitspanne, in der eine klimaresiliente Entwicklung möglich ist, wird immer kürzer. Die nächsten Jahre sind daher besonders entscheidend. Durch das Erreichen des im Pariser Abkommen festgelegten 1,5 °C-Ziels könnten die schlimmsten Auswirkungen der Klimakrise mit einer hohen Wahrscheinlichkeit vermieden werden. Hierfür müssten allerdings die weltweiten Treibhausgasmissionen ab den 2020er Jahren sinken bzw. spätestens 2025 ihren Höhepunkt erreichen.

... und in Österreich

In Österreich war der Temperaturanstieg in der Vergangenheit in etwa doppelt so hoch wie im globalen Mittel. Im Jahr 2021, einem relativ kühlen Jahr, lag der Temperaturanstieg wie auch auf globaler Ebene bei +1,1 °C, nachdem in den Jahren zuvor auch bereits 2 °C überschritten worden waren. Die Entwicklung der vergangenen Dekaden zu höheren Temperaturen setzt sich derzeit weiter fort. Eine Trendwende ist trotz der Zielsetzungen noch nicht zu erkennen.

Folgen der Klimakrise

Berechnungsergebnisse von Klimamodellen zeigen, dass sich Österreich bzw. der Alpenraum auch in Zukunft stärker als im globalen 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 Stechmücken als Überträger von Krankheiten, welche üblicherweise nur in subtropischen und tropischen Breiten

auftreten, 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, treten vermehrt auf. 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 in Österreich betreffen alle Sektoren, u. a. den Tourismus, die Land-, Forst- und Energiewirtschaft und das Gesundheitswesen. Darüber hinaus wird der Migrationsdruck in zahlreichen Regionen der Erde, die besonders stark vom Klimawandel betroffen sind, deutlich zunehmen, da viele der betroffenen Länder über eine begrenzte Anpassungskapazität verfügen.

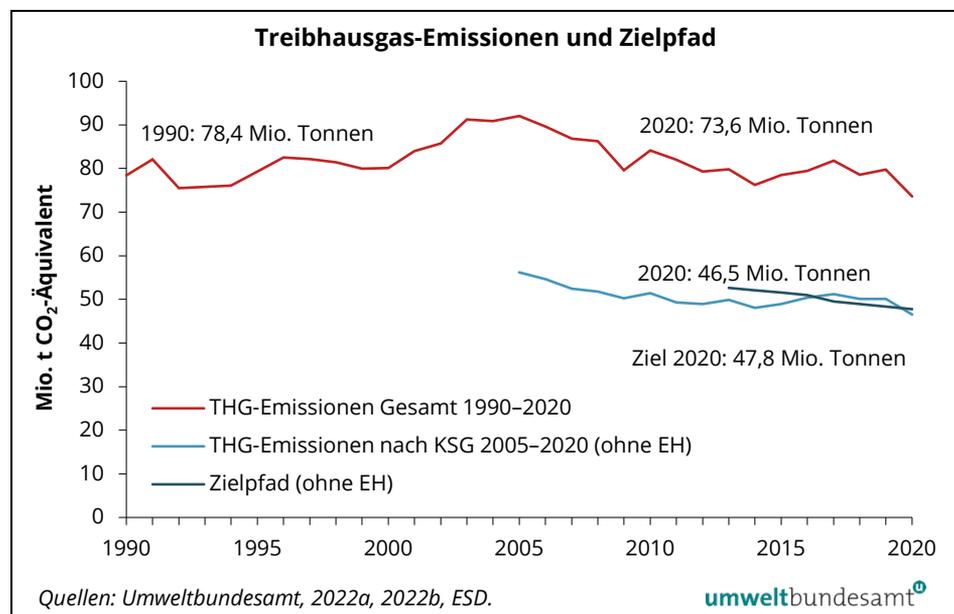
Treibhausgas-Emissionen in Österreich 2020

Treibhausgas-Emissionen stark gesunken

Im Jahr 2020 betrug die Treibhausgas-Emissionen Österreichs 73,6 Mio. Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (CO₂-Äquivalent). Sie lagen damit um 7,7 % bzw. 6,1 Mio. Tonnen unter den Emissionen des Jahres 2019 und um 4,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 6,2 % unter dem Wert von 1990.

Das Jahr 2020 wurde geprägt durch die globale Corona-Pandemie, einhergehend mit einem Rückgang des Bruttoinlandsproduktes um 6,7 % und des Bruttoinlandsenergieverbrauchs um 7,6 % gegenüber dem Vorjahr.

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



Der Rückgang war im Sektor Verkehr besonders sichtbar (Abnahme des Kraftstoffabsatzes bei Diesel um 11 % und bei Benzin um 17 %), ebenso bei der

Stromerzeugung (der geringere Einsatz von Kohle und Erdgas) und der Industrie (Rückgang der Stahlproduktion um 10 %).

Klimapolitische Zielsetzungen bis 2020

**Effort-Sharing
Entscheidung:
-16 % 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 war bis 2020 eine Emissionsminderung von 16 % – bezogen auf das Jahr 2005 – vorgesehen. Zudem wurde ein rechtlich verbindlicher Zielpfad für die Jahre ab 2013 festgelegt.

**Emissionen 2020
pandemiebedingt
unter 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 2020 rund 46,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert. Mit dieser Menge wurde die im Rahmen der Effort-Sharing Entscheidung festgelegte nationale Emissionshöchstmenge von 47,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent für 2020 um rund 1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent unterschritten. Über die gesamte Zielperiode 2013–2020 konnte unter Verwendung der Guthaben aus den Jahren 2013–2016 die Einhaltung sichergestellt werden.

**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 galt hierbei ein Ziel von 34 %, 2020 wurden 36,5 % erreicht. Im Sinne der Verbesserung der Energieeffizienz ist eine EU-weite Reduktion des Bruttoendenergieverbrauchs 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 2020 trotz Corona-Pandemie jedoch bei 1.053 PJ.

Entwicklung der Emissionen nach Sektoren

Hauptverursacher

Die wichtigsten Verursacher von Treibhausgas-Emissionen (inkl. EU-Emissionshandel, EH) waren im Jahr 2020 die Sektoren Energie und Industrie (44,0 %), Verkehr (28,2 %), Gebäude (10,9 %) sowie Landwirtschaft (10,8 %). Die Anlagen des Sektors Energie und Industrie sind dabei zu einem hohen Anteil (83,5 % im Jahr 2020) vom EU-Emissionshandel umfasst. Gemessen an den nationalen Gesamtemissionen hatte der Emissionshandelsbereich im Jahr 2020 einen Anteil von 36,7 %.

**Sektor Energie
und Industrie**

Die Gesamtemissionen des Sektors **Energie und Industrie (inkl. EH)** beliefen sich im Jahr 2020 auf 32,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, wovon 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent durch den Emissionshandel abgedeckt wurden.

Die Emissionen der öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerke (ausgenommen der Abfallverbrennungsanlagen) sind seit 1990 um 56,3 % auf 4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2020 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 (insbesondere Deutschland und Tschechien). Gegenüber 2019 haben die Treibhausgas-Emissionen der öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerke im Jahr 2020 um 21,2 % abgenommen, wobei die Stromerzeugung aus Kohlekraftwerken um 71 % und die Stromerzeugung aus Gaskraftwerken um 14 % zurückging.

Die Industrie hatte im Jahr 2020 mit 23,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent den größten Anteil am Sektor Energie und Industrie, wobei die Emissionen aus diesem Bereich gegenüber 1990 um 2,0 Mio. Tonnen (9,4 %) zugenommen haben. Gegenüber 2019 sind die Emissionen um 1,2 Mio. Tonnen (4,9 %) gesunken, was hauptsächlich auf die um 10 % niedrigere Rohstahlproduktion zurückzuführen ist.

Die Emissionen des Sektors **Energie und Industrie außerhalb des Emissionshandels** ergeben für das Jahr 2020 rund 5,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Die Emissionen liegen rund 1,2 Mio. Tonnen unter dem im Klimaschutzgesetz für das Jahr 2020 vorgegebenen Zielwert von 6,5 Mio. Tonnen bzw. um 0,5 Mio. Tonnen unter dem Wert von 2005.

Sektor Verkehr

Der Sektor Verkehr weist im Jahr 2020 THG-Emissionen im Ausmaß von ca. 20,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent¹ auf. Im Vergleich zu 2019 sind die Emissionen um 13,6 % (-3,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gesunken.

Der starke Rückgang der Emissionen ist hauptsächlich dem Einbruch der PKW-Fahrleistung im Pandemiejahr 2020 geschuldet und folglich dem Einbruch beim Kraftstoffabsatz: Im Vergleich zu 2019 wurden um rund 11 % weniger Dieselmotorkraftstoffe abgesetzt (inkl. Beimengung von Biokomponenten), bei Benzin waren es um rund 17 % weniger. Der Absatz von Biokraftstoffen – pur wie beigemischt – ist ebenso gesunken.

Bisher konnte Österreich nur in den Jahren 2005 bis 2012 sinkende THG-Emissionen im Verkehrssektor verzeichnen. Die Emissionen sind seitdem aufgrund des wachsenden Verkehrsaufkommens stetig gestiegen, jedoch im Pandemiejahr 2020 deutlich eingebrochen.

¹ Hier enthalten: Die CO₂-Emissionen aus dem nationalen Flugverkehr, die nicht der Emissionsmenge nach ESD/KSG zugerechnet werden (2020: ca. 23.000 Tonnen CO₂-Äquivalent).

Insgesamt wurden im Jahr 2020 rund 6,08 % der verkauften Kraftstoffe durch Biokraftstoffe substituiert. Dieser Anteil liegt über dem in der Kraftstoffverordnung festgesetzten Substitutionsziel von 5,75 % (gemessen am Energieinhalt) des in Verkehr gebrachten fossilen Treibstoffs, zeigt aber neuerlich einen Rückgang im Vergleich zum Vorjahr (-0,11 %). Die weiterhin relativ geringe Absatzmenge an reinen Biokraftstoffen ist auf das niedrige Preisniveau fossiler Produkte zurückzuführen. Der Einsatz von Biokraftstoffen bewirkte im Jahr 2020 eine Emissionsminderung im Verkehrssektor von rund 1,33 Mio. Tonnen CO₂.

Sektor Gebäude

Der Sektor **Gebäude** wies im Jahr 2020 Treibhausgas-Emissionen in Höhe von 8,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf. Die Emissionen sind zwischen 1990 und 2020 um 4,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (37,5 %) gesunken, wobei sich vor allem seit dem Jahr 2005 stärkere Reduktionen zeigen. Dies ist auf Maßnahmen im Bereich der thermischen Sanierung, auf den steigenden Anteil von erneuerbaren Energieträgern, die Erneuerung von Heizungsanlagen und den höheren Anteil an Fernwärme zurückzuführen. Dem stehen eine steigende Anzahl an Hauptwohnsitzen und die größere Wohnnutzfläche pro Wohnung entgegen.

In den letzten Jahren gab es jedoch – abgesehen von den witterungsbedingten Schwankungen – kaum Veränderungen der Treibhausgas-Emissionen in diesem Sektor. Gegenüber 2019 sind die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2020 trotz etwas kühlerer Witterung um 0,03 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (0,4 %) leicht gesunken (v. a. aufgrund des geringeren Einsatzes von Erdgas in Dienstleistungsgebäuden). Die Emissionen lagen 2020 dennoch um 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent über dem sektoralen Ziel des Klimaschutzgesetzes.

Sektor Landwirtschaft

Im Sektor **Landwirtschaft** lagen die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2020 mit rund 7,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent um etwa 0,04 Mio. Tonnen über der sektoralen Höchstmenge des Klimaschutzgesetzes. Obwohl sich die Maßnahmenprogramme nach Klimaschutzgesetz in Umsetzung befinden, ist der seit 1990 deutlich abnehmende Emissionstrend für den Zeitraum 2005–2020 nur mehr in geringem Maße 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 2020 rund 2,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, somit wurde das sektorale Ziel um 0,4 Mio. Tonnen unterschritten.

Sektor Fluorierte Gase

Die Emissionen des Sektors **Fluorierte Gase** beliefen sich im Jahr 2020 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 des Einsatzes von HFKWs und die Verknappung der Einsatzmengen wirken durch die Anwendung z. B. in langlebigen Gütern zeitverzögert. Von 2018 auf 2019 wurde

die Trendwende geschafft, seither ist ein Rückgang auf Ebene der österreichischen F-Gas Emissionen sichtbar.

Sektor LULUCF Der **LULUCF**-Sektor ist über den gesamten Zeitraum 1990–2020 eine Netto-Senke im Ausmaß von -1,3 Mio. Tonnen (im Jahr 2020) bis -19,6 Mio. Tonnen (im Jahr 1999) CO₂-Äquivalenten. Der Wald und die Entnahme von Holz zur Herstellung von Holzprodukten tragen am meisten zu dieser Senke bei, wobei die Biomassezunahme im Wald den größten Anteil an dieser Senke ausmacht. Vor allem aufgrund erhöhter Holznutzungen im Wald und einem Zuwachsrückgang wird seit den 2000er Jahren ein Rückgang der Senkenleistung des LULUCF-Sektors im Vergleich zu den 1990er Jahren verzeichnet. Die Erwärmung des Klimas mit einhergehenden Kalamitäten (Stürme, Schädlinge etc.) kann die Senkenleistung in Zukunft weiterhin massiv beeinflussen.

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, bis Mitte des Jahrhunderts einen weitgehenden Verzicht auf den Einsatz fossiler Energieträger – bzw. „Netto-Null-Emissionen“ – zu erreichen. Mit den Reduktionsvorhaben, zu denen sich nahezu alle Staaten bei der 21. Vertragsstaatenkonferenz in Paris bekannten, würde der Temperaturanstieg rund 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 Deal 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.

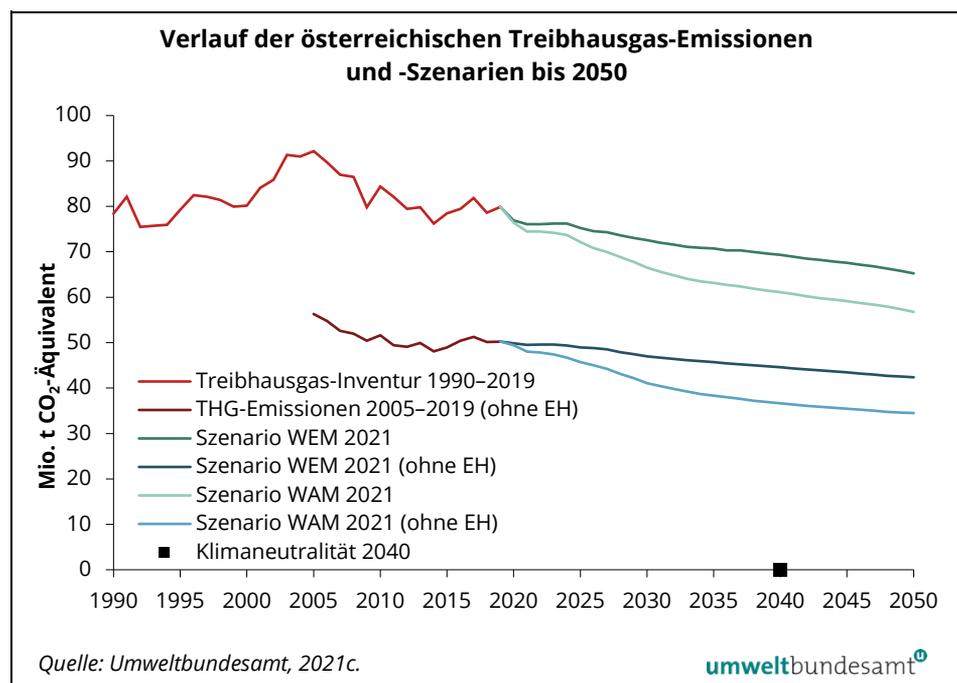
Darüber hinaus hat sich die Europäische Gemeinschaft für 2050 das Ziel gesetzt, klimaneutral zu sein; dieses Ziel ist rechtlich verbindlich ebenfalls im EU-Klimagesetz verankert. Um nun diese ambitionierteren Ziele des Klimagesetzes zu erreichen, hat die Europäische Kommission im Juli 2021 das Gesetzgebungspaket „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 das Jahr 2020 bedeutet dies einen Reduktionsbedarf von rund 10 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 22 % in den Sektoren außerhalb des Emissionshandels. Dieses Ziel ist allerdings nicht mit dem aktualisierten 2030-Ziel 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 nationale 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“ 2021 (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. Das nationale Ziel der Klimaneutralität Österreichs 2040 erfordert zudem deutlich höhere Klimaschutzanstrengungen.

Zur erforderlichen zusätzlichen Emissionsreduktion sind im NEKP daher weitere Maßnahmenoptionen angegeben, wie z. B. die Ökologisierung des Steuer-, Anreiz- und Abgabensystems. Darüber hinaus enthalten das Regierungsprogramm 2020–2024 und zuletzt auch die Empfehlungen des Klimarates der

Bürger:innen vom Juli 2022 zahlreiche Vorschläge für wirksame Klimaschutzmaßnahmen.

Wesentlich für die ausreichende Wirkung der zusätzlichen Maßnahmen ist – auch aufgrund des kurzfristigen Wirkungszeitraums von acht Jahren bis 2030 bzw. 18 Jahren bis 2040 – 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. Dies erfordert eine Ausrichtung aller Handlungen auf den Klimaschutz. Sämtliche Rahmenbedingungen (rechtliche, ökonomische, infrastrukturelle, bewusstseinsbildende etc.) sind auf die Zielekompatibilität zu überprüfen und auf die Zielerreichung auszurichten.

Um die 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-Effekte² 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, IPCC, 2022a).

² 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 to well below 2 °C above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C.

Climate change caused especially by the use of fossil fuels

The temperature increase and climate change are caused by greenhouse gas emissions. The main source of greenhouse gas (GHG) emissions at both 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.

Climate change is happening faster, and with more severe consequences, than was previously expected and can be observed in all regions of the world. The CO₂ concentration in the atmosphere is higher than it has ever been in the last two million years.

1.1 °C global temperature increase...

The average global temperature today is already around 1.1 °C above pre-industrial levels and 2021 was the seventh year in succession when the increase was more than 1 °C. A great deal is changing on a larger scale and at a faster pace than was previously expected. Some of the effects are already irreversible. If temperatures continue to rise, the risks for humankind and nature will become even greater. That is why rapid measures are needed urgently to reduce GHG emissions and also to adapt to climate change. The time-frame for climate-resilient development is becoming ever shorter. That is why the next few years are particularly crucial. If the 1.5 °C target that was set in the Paris Climate Agreement could be reached, there is a high probability that the worst effects of the climate crisis could be avoided. However, for that to be achieved, global greenhouse gas emissions would have to reduce from the 2020s or reach their peak by 2025 at the latest.

... and in Austria

In Austria in the past, the temperature increase was about twice as high as the global average. In 2021, a relatively cool year, the temperature increase was at the global level of +1.1 °C, after having already exceeded 2 °C in previous years. But the trend of previous decades towards higher temperatures is still continuing. Despite the target-setting, no change in the upward trend can yet be detected.

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 from which plants, animals and humans will suffer. Global warming will increase the occurrence of mosquitoes which normally only occur at subtropical and tropical latitudes as vectors of disease, and the spread of plants such as the highly allergenic *Ambrosia artemisiifolia* and other allergenic species. The risk of forest fires is increasing and outbreaks of heat-tolerant pests such as the bark beetle are occurring more frequently. Furthermore, extreme weather events will become more common, along with land- and mudslides and rockfalls. 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 in Austria, 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 badly affected by climate change, as many of these countries also have limited capacity to adapt.

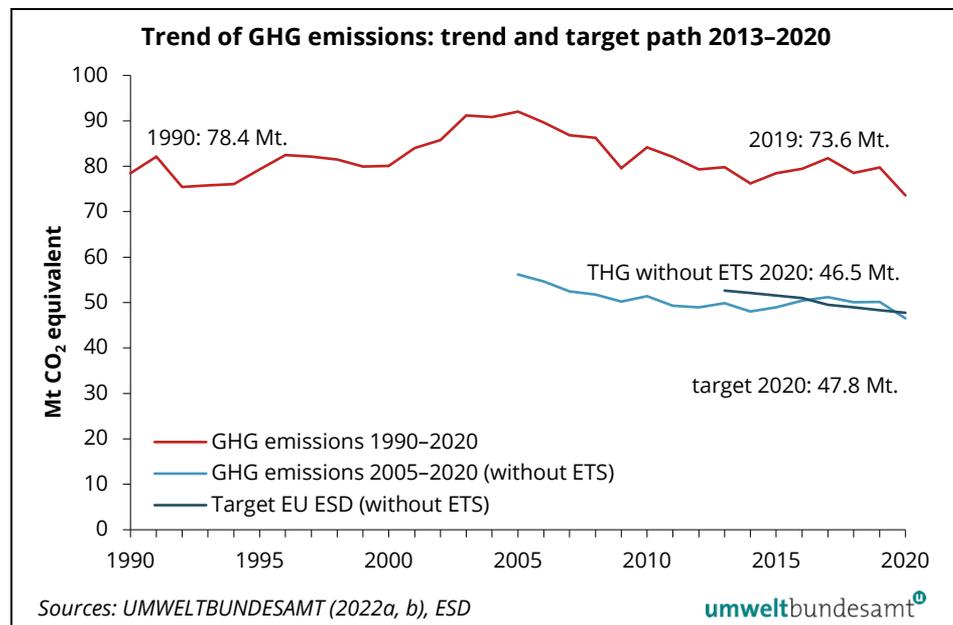
Austria’s greenhouse gas emissions in 2020

Greenhouse gas emissions greatly reduced

Austria’s greenhouse gas emissions in 2020 amounted to 73.6 million tonnes of carbon dioxide equivalent (CO₂ equivalent). They were therefore around 7.7% or 6.1 million tonnes below the emissions in 2019 and around 4.8 million tonnes of CO₂ equivalent or 6.2% below 1990 levels.

The year 2020 was dominated by the global coronavirus pandemic, which brought with it a decline of 6.7% in gross domestic product and 7.6% in gross domestic energy consumption compared with the previous year.

Figure A: Trends in Austrian greenhouse gas emissions 1990–2020 and target path 2013–2020. (ETS: EU Emissions Trading System).



The fall was particularly apparent in the transport sector (sales of diesel fell by 11% and petrol by 17%), in power generation (reduced use of coal and natural gas) and in industry (decrease in steel production of 10%).

Climate policy targets for 2020

**Effort Sharing
Decision:
-16% by 2020**

Since 2013, there have been clearly defined targets for emissions covered under the emissions trading system ETS (an EU-wide reduction target of -21% by 2020 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 emissions reduction target to be achieved by 2020 was minus 16% (relative to 2005 levels). Furthermore, a legally binding target path was established for the period from 2013 onwards.

**Emissions in 2020
below the target path
due to the pandemic**

The targets to be achieved by Austria under the Effort Sharing Decision are also laid down in the Austrian Climate Change Act (KSG; Federal Legal Gazette I No. 106/2011 as amended). Sectors not covered under the European emissions trading system (ETS) emitted around 46.5 million tonnes of CO₂ equivalent in 2020. Emissions were thus around 1.2 million tonnes CO₂ equivalent below the maximum national emissions allocation amount permitted for 2020 under the Effort Sharing Decision of 47.8 million tonnes CO₂ equivalent. By using credits from the years 2013–2016, compliance was achieved over the whole target period 2013–2020.

**Renewables targets
and energy efficiency
2020**

Another legally binding target that the EU set itself when it adopted its 2007 climate and energy package was to raise the proportion of renewable energy sources in gross final energy consumption EU-wide to 20% by 2020. The target for Austria is 34%; the proportion achieved in 2020 was 36.5%. To increase energy efficiency, the aim is to reduce EU gross final energy consumption by 20% 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; however, in 2020, despite the coronavirus pandemic, energy consumption was 1,053 PJ.

Emission trends by sector

Main sources

The main sources of greenhouse gas emissions (including the EU emissions trading system ETS) in 2020 were the following sectors: energy and industry (44.0%), transport (28.2%), buildings (10.9%) and agriculture (10.8%). A large proportion of the installations in the energy and industry sector (83.5% in 2020) falls within the scope of the EU emissions trading system. Measured against Austria's total emissions, the emissions trading sector's share in 2020 was 36.7%.

**Energy and
industry**

Austria's total emissions from the **energy and industry sector (incl. ETS)** in 2020 were 32.4 million tonnes CO₂ equivalent, of which 27.0 million tonnes CO₂ equivalent were covered by the EU ETS.

Emissions from public power and district heating plants (apart from waste incineration) have decreased by 56.3% since 1990 to 4.7 million tonnes CO₂ equivalent in 2020. This decrease has mainly been due to the replacement of coal and oil-fired power plants with more efficient natural gas power stations, increased production from renewable energy sources and an increase in supplies imported from abroad (mainly Germany and Czech Republic) to cover domestic electricity demand. Compared to 2019, greenhouse gas emissions

from public power and district heating plants in 2020 decreased by 21.2%, with the electricity generated by coal-fired power plants decreasing by 71% and that from gas-fired power plants decreasing by 14%.

At 23.8 million tonnes CO₂ equivalent in 2020, industry accounted for the largest proportion of emissions from the energy and industry sector. Emissions in this sector increased by 2.0 million tonnes (9.4%) compared to 1990. Compared to 2019, emissions decreased by 1.2 million tonnes (4.9%), mainly due to a 10% drop in raw steel production.

Emissions from the **non-ETS energy and industry** sector in 2020 amounted to around 5.3 million tonnes CO₂ equivalent. Emissions were around 1.2 million tonnes below the target value set for 2020 by the Climate Change Act (6.5 million tonnes), and 0.5 million tonnes below the level of 2005.

Transport

GHG emissions from the transport sector amounted to approx. 20.7 million tonnes CO₂ equivalent³ in 2020. Compared to 2019, emissions decreased by 13.6% (-3.3 million tonnes CO₂ equivalent).

The sharp decline in emissions is mainly due to the sudden drop in journeys by car during the pandemic year 2020 and, consequently, a fall in fuel sales: compared with 2019, about 11% less diesel was sold (incl. biocomponent blends), and petrol sales were about 17% down. Sales of biofuels – both pure and blended – also fell.

Until now, Austria was only able to record a fall in GHG emissions in the transport sector in the years 2005 to 2012. Since then, as a result of the growing volume of traffic, emissions have risen steadily, and only in the pandemic year 2020 was there a sharp fall.

Overall in 2020, about 6.08% of the fuel sold was biofuel substitute. This proportion is higher than the substitution target specified in the Fuel Ordinance of 5.75% (calculated on an energy content basis) of the fossil fuels available on the market, but has again shown a decline compared with the previous year (-0.11%). The still relatively low volume of pure biofuel sales is due to the low prices for fossil fuel products. In 2020, the use of biofuels led to a reduction in transport sector emissions of around 1.33 million tonnes CO₂.

Buildings

Greenhouse gas emissions from the **buildings** sector amounted to 8.0 million tonnes CO₂ equivalent in 2020. Emissions decreased by 4.8 million tonnes CO₂ equivalent (37.5%) between 1990 and 2020, with larger reductions especially since 2005. This is mainly due to thermal refurbishment measures, an increased proportion of renewable energy sources, modernisation of heating systems and a higher proportion of district heating. On the other hand, the number of primary residential dwellings has increased and there has been a continued increase in the usable floor space per home.

³ This includes the CO₂ emissions from domestic aviation, which are not included in the volume of emissions covered by the ESD/Climate Change Act (2020: approx. 23,000 tonnes CO₂ equivalent).

However, in recent years, apart from weather-related fluctuations, there have been hardly any variations in the greenhouse gas emissions emitted by this sector. Compared with 2019, and despite somewhat cooler weather, greenhouse gas emissions fell slightly by 0.03 million tonnes CO₂ equivalent in 2020 (0.4%) (mainly due to the reduced use of natural gas in service buildings). Nevertheless, emissions in 2020 were still 0.1 million tonnes CO₂ equivalent above the Climate Change Act target for the sector.

Agriculture At about 7.9 million tonnes CO₂ equivalent, greenhouse gas emissions in the **agriculture** sector in 2020 were about 0.04 million tonnes above the limit specified for the sector in the Climate Change Act. Despite the implementation of programmes of measures as intended under the Climate Change Act, the clearly declining trend in emissions which had been observed since 1990 is only evident to a lesser extent for the period 2005–2020. This is primarily due to a stabilisation in livestock numbers after a significant fall 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 2020, greenhouse gas emissions amounted to about 2.3 million tonnes CO₂ equivalent, 0.4 million tonnes below the target for the sector.

Fluorinated gases In 2020, emissions from the **fluorinated gases** sector amounted to around 2.2 million tonnes CO₂ equivalent, about 0.13 million tonnes above the target set by the Climate Change Act. The bans on the use of HFCs that have been in place for years, and the restrictions on the quantity used, have a delayed effect because HFCs are used in long-lasting products, for instance. From 2018 to 2019, a reversal in the trend was achieved and since then Austria has seen a decline in its F gas emissions.

LULUCF activities Over the whole period 1990–2020, the **LULUCF** sector has been a net carbon sink, accounting for from -1.3 million tonnes (in 2020) to -19.6 million tonnes (in 1999) CO₂ equivalents. Forests and the harvesting of timber to manufacture timber products are the main contributors to the carbon sink, with the increased biomass in forests accounting for most of it. Mainly as a result of increased timber use in forests and a slowdown in new growth, the role of the LULUCF sector as a carbon sink has fallen since the 2000s compared with the 1990s. Global warming and the associated natural disasters (storms, pests etc.) may continue to have a massive impact on how well forests perform as a carbon sink in future.

Climate and energy policy up to 2030 and 2050

2 °C target For industrialised countries, limiting global warming to well below 2 °C, as agreed under the Paris Agreement, means that fossil fuels should be largely phased out – and “net zero emissions” achieved – by the middle of the century. Under the current plans for emission reductions, to which nearly all the

countries at the 21st Conference of the Parties in Paris committed themselves, the temperature increase would be about 3.0 °C. Significantly greater climate protection efforts are therefore required than the greenhouse gas reduction plans that the international community proposed at that time.

**EU
2030 and 2050 targets** The EU's 2030 climate and energy policy framework, adopted in 2014, envisaged an emissions reduction target of at least 40% (relative to 1990). Under the European Green Deal and the new EU Climate Law, this was increased to at least 55% net, in order to meet the reduction objectives of the Paris Agreement (keeping the increase in temperature to well below 2 °C).

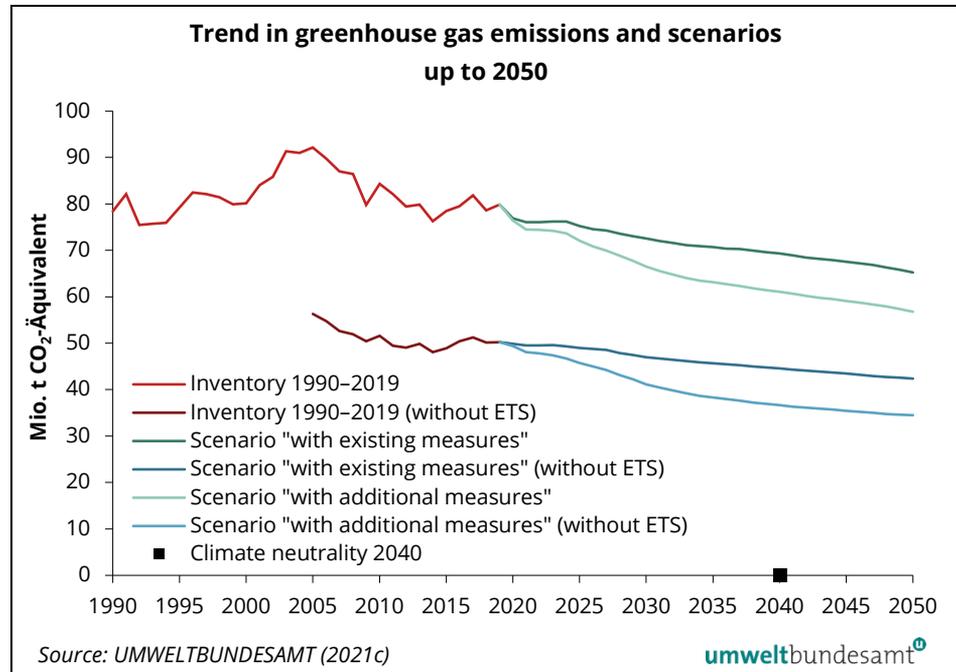
Furthermore, for 2050, the European Union has set itself the goal of being climate-neutral; this is a legally binding target that is also set out in the EU Climate Law. To achieve these more ambitious targets under the Climate Law, in July 2021 the EU Commission presented its "Fit for 55" package of legislation, which includes amendments to a number of existing legal principles (such as the Effort Sharing Regulation, the 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 reduction in greenhouse gas emissions for sectors not covered by the emissions trading system of 36% by 2030, compared to 2005 (the EU-wide reduction target is minus 30%). In relation to 2020, this would mean that non-ETS sectors need to reduce their emissions by around 10 million tonnes CO₂ equivalent or 22%. However, this target is not compatible with the updated 2030 EU-wide net greenhouse gas reduction target of at least 55% and it is therefore currently proposed that it be increased to -48% (-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 unavoidable transformation that needs to happen in Austria. These two documents are now to be adapted to meet the new European Green Deal targets and to achieve climate neutrality in Austria by 2040.

**National emission
scenarios** The current 2021 WEM scenario ("with existing measures") for Austria shows a reduction in greenhouse gas emissions of around 17% by 2050 (compared with 1990). It thus falls a long way short of the long-term reduction requirements. In the non-ETS sectors, the projected emissions reduction between 2005 and 2030 is about 17%.

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



The WAM scenario ("with additional measures"), which was produced 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 a reduction in emissions of 15% by 2030 and 28% by 2050 (compared to 1990). For the non-ETS sectors, the projected emissions reduction between 2005 and 2030 is 27%, which means that, despite the measures set out in the NECP, the current target of -36% will not be achieved in this scenario. The national goal of climate neutrality for Austria by 2040 also requires significantly intensified efforts to protect the climate.

To achieve the required additional emissions reduction, the NECP specifies further options such as green taxes and incentive policies. In addition, the government programme for 2020–2024, and more recently the recommendations of the Citizens' Climate Assembly in July 2022, contain numerous proposals for effective climate change action.

To ensure that the additional measures are sufficiently effective – especially in view of the short period of time available of eight years to 2030 and 18 years to 2040 – it is important to take ambitious decisions quickly and to implement them swiftly.

The transition to a climate-neutral economy and society in the next 20–30 years is absolutely essential if anthropogenic climate warming is to be kept within economically, socially and ecologically acceptable limits. This requires that all activities are focused on climate protection. Every aspect (legal, economic, infrastructure, awareness-raising etc.) must be examined for compatibility with the objectives and focused on meeting the targets.

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. In this way, in addition to the aforementioned long-term risks posed by

threats to infrastructure, food supply and human health to our prosperity, lock-in effects⁴ in carbon-intensive infrastructure and high restructuring costs in future decades can also be avoided. The short-term costs of this transformation, also referred to as the “costs of action”, are estimated to be much lower than the long-term “costs of inaction” (Stern, 2007, IPCC, 2022a).

⁴ Lock-in effect: e.g. a new power plant is designed to generate electricity from fossil fuels. These fuels have to be used over the whole lifetime of the plant until its amortisation. An earlier switch to a different technology would not make sense economically.

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.

Natürliche Einflüsse wie Vulkanausbrüche, Sonnenaktivität und Meteoriteneinschläge, aber auch Anomalien in der atmosphärischen Zirkulation oder von Meeresströmungen (wie z. B. während der „Mittelalterlichen Warmzeit“) können das Klima regional oder global prägen.

Klimaerwärmung durch anthropogene THG-Emissionen

Laut Weltklimarat (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change) besteht jedoch kein Zweifel mehr daran, dass die vom Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen das Klima erwärmt haben. Der Klimawandel verläuft schneller und folgenschwerer als früher angenommen. In allen Regionen der Erde und im gesamten Klimasystem (Atmosphäre, Ozeane, Meereseis und Gletscher) sind Veränderungen zu beobachten, wie sie in den letzten Jahrtausenden nicht vorkamen. Einige der bereits in Gang gesetzten Veränderungen – wie der anhaltende Anstieg des Meeresspiegels – sind zudem bereits jetzt über Hunderte bis Tausende von Jahren unumkehrbar (IPCC, 2021).

Anstieg der CO₂-Konzentration

Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre hat den höchsten Stand der letzten zwei Millionen Jahren erreicht. Seit Beginn der Industrialisierung ist sie durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern um 47 % gestiegen. Im Jahr 1800 lag die CO₂-Konzentration noch bei rund 280 ppm (Anteile pro Million). Im Jahr 2021 stieg sie im Durchschnitt auf über 416 ppm, wobei sich der jährliche Anstieg in der letzten Dekade deutlich beschleunigte (siehe Abbildung 1). Aber auch die Konzentrationen der weiteren Treibhausgase Methan und Lachgas nehmen kontinuierlich zu und sind in der Atmosphäre mittlerweile höher als je zuvor in den letzten 800.000 Jahren (IPCC, 2021, NOAA, 2022).

Zwischen den kumulativen anthropogenen CO₂-Emissionen und der von ihnen verursachten globalen Erwärmung besteht eine nahezu lineare Beziehung. 1.000 Gt CO₂ verursachen einen Anstieg der globalen Oberflächentemperatur um ca. ein halbes Grad (0,27 °C bis 0,63 °C). Aus dieser Beziehung ergibt sich ein verbleibendes Kohlenstoffbudget, innerhalb dessen der Temperaturanstieg auf einem bestimmten Niveau bleibt.

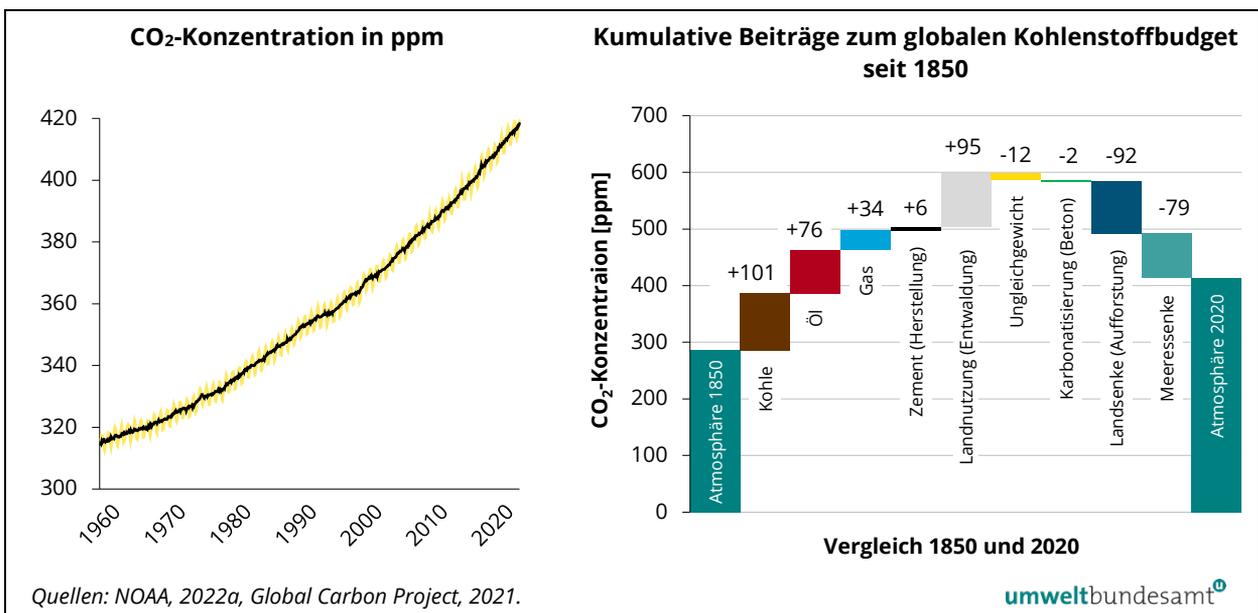
400 Gt CO₂-Restbudget für 1,5 °C-Ziel

Um die Erwärmung unter 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau zu halten, dürfen weltweit nur noch 400 Gt CO₂ emittiert werden. Für eine Begrenzung der globalen Oberflächentemperatur auf 2 °C gegenüber vorindustriellem Niveau verbleiben 700 Gt CO₂. Zum Vergleich: Seit 1850 wurden bereits 2.390 (±240) Gt

CO₂ verbraucht. 2019 wurden weltweit CO₂-Emissionen von insgesamt 43 Gt verursacht. Die Schätzungen des Kohlenstoffbudgets gehen davon aus, dass auch die Nicht-CO₂-Emissionen gemindert werden. Je nachdem, wie umfassend diese reduziert werden, variiert das CO₂-Budget um ca. ±220 Gt CO₂ (IPCC, 2021).

Die rechte Grafik in Abbildung 1 vergleicht das Kohlenstoffbudget von 1850 mit 2020. 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.⁵



Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur

Obwohl die globale Durchschnittstemperatur durch das Wetterphänomen La Niña vorübergehend abgekühlt wurde, war das Jahr 2021 noch immer eines der sieben wärmsten Jahre der Geschichte. Die globale Durchschnittstemperatur für 2021 lag 1,11 °C über dem vorindustriellen Niveau (1850–1900). Das Jahr 2021 ist das siebte Jahr in Folge (2015–2021), in dem die globale Temperatur um mehr als 1 °C über dem vorindustriellen Niveau lag. Die globale Durchschnittstemperatur nähert sich bereits der Untergrenze des Temperaturanstiegs, die mit dem Pariser Abkommen verhindert werden soll (WMO, 2022).

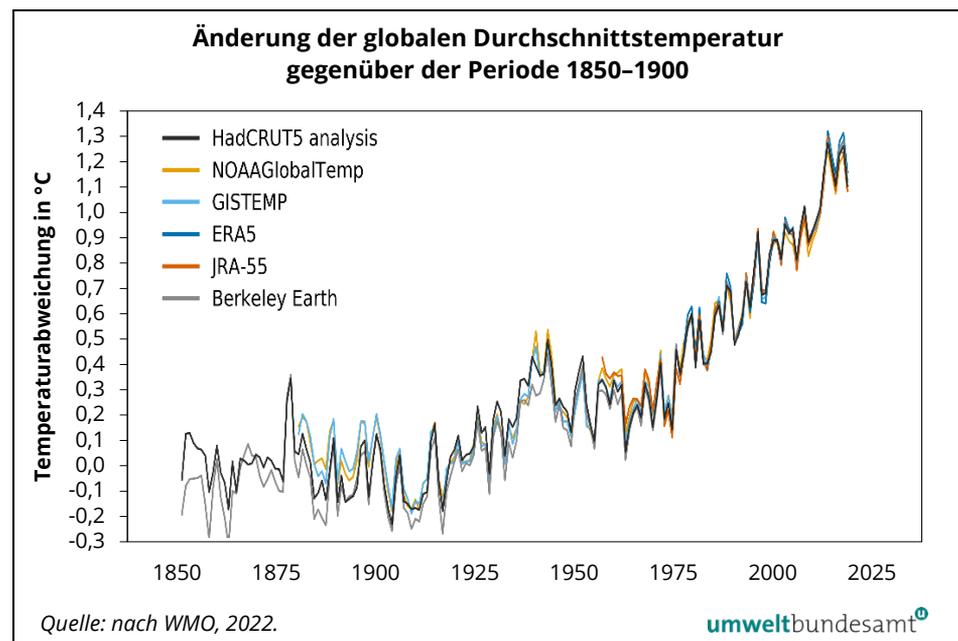
⁵ Der Balken Ungleichgewicht stellt eine kleine Unschärfe im aktuellen wissenschaftlichen Verständnis von Quellen und Senken dar.

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 (IPCC, 2022a).

Krisenjahr 2021

Das Jahr 2021 wird mit einem Temperaturrekord von fast 50 °C in Kanada, vergleichbar mit den Werten in der heißen Sahara in Algerien, außergewöhnlichen Regenfällen und tödlichen Überschwemmungen in Asien und Europa sowie Dürre in Teilen Afrikas und Südamerikas in die Geschichte eingehen (WMO, 2022).

Abbildung 2:
Änderung der globalen
Durchschnitts-
temperatur gegenüber
der Periode 1850–1900.



Es geht allerdings nicht nur um den Temperaturanstieg. Viele Veränderungen im Klimasystem stehen mit der zunehmenden globalen Erwärmung in einem direkten Zusammenhang und werden weiter verstärkt. Dazu gehören die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hitzeextremen und Starkniederschlägen, Dürreperioden und die Anzahl intensiver tropischer Wirbelstürme sowie der Rückgang des arktischen Meereises, der Schneedecke und des Permafrostbodens (IPCC, 2021).

Meeresspiegel-Anstieg seit 1970 fast verdreifacht

Die arktische Meereisfläche hat bereits den niedrigsten Stand seit mindestens 1850 erreicht. Vor allem seit den späten 1970er Jahren haben Fläche und Dicke des Eises abgenommen. Der Gletscherrückgang, bei dem beinahe alle Gletscher weltweit seit den 1950er Jahren synchron zurückgehen, ist beispiellos für zumindest die letzten 2.000 Jahre. Diese Eisverluste tragen gemeinsam mit der thermischen Ausdehnung der Ozeane zu einem Anstieg des Meeresspiegels bei. Dieser ist heute um 20 cm höher als noch 1901. Der jährliche Anstieg hat sich seit 1970 beinahe verdreifacht: Während er zwischen 1901 und 1971 1,3 mm jährlich betrug, waren es zwischen 2006 und 2018 3,7 mm.

Entsprechend den Ergebnissen des Weltklimarats ist es so gut wie sicher, dass dieser Trend weitergeht. Kann die Erwärmung auf 1,5 °C begrenzt werden, wird der Meeresspiegel in den nächsten 2.000 Jahren insgesamt um etwa 2 bis 3 m ansteigen; bei einer Erwärmung um 2 °C ist mit einem Anstieg um 2 bis 6 m und bei einer Erwärmung um 5 °C mit 19 bis 22 m zu rechnen.

Auch weitere Veränderungen der Meere, wie Erwärmung, häufigere Hitzewellen im Meer, Versauerung und reduzierter Sauerstoffgehalt, werden eindeutig mit dem menschlichen Einfluss in Verbindung gebracht (IPCC, 2021).

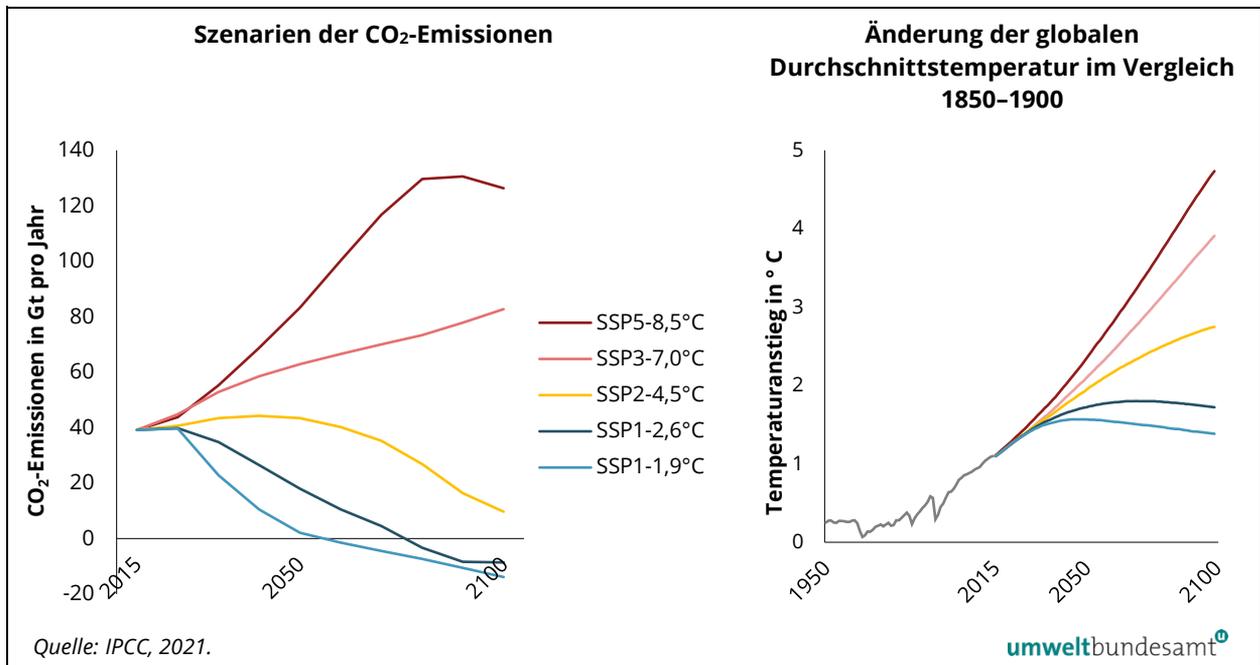
Szenarien des Weltklimarats

Im sechsten Sachstandsbericht werden an Hand von fünf Emissionsszenarien die Zukunftsperspektiven analysiert (siehe Abbildung 3). Es zeigt sich in allen betrachteten Emissionsszenarien (SSP1-1.9 bis SSP3-7.0⁶), dass die globale Oberflächentemperatur bis mindestens zur Mitte des Jahrhunderts weiter ansteigen wird und wahrscheinlich bereits Anfang der 2030er Jahre einen Anstieg von 1,5 °C erreichen wird. Nur wenn etwa 2050 Klimaneutralität erreicht wird und danach mehr CO₂ gespeichert als ausgestoßen wird, könnte der Anstieg der Temperatur bis Ende dieses Jahrhunderts unter 2 °C bleiben.

Würden die Emissionen bis 2050 auf gleichem Niveau wie aktuell bleiben, so würde die Temperatur Ende dieses Jahrhunderts um 2,1 °C bis 3,5 °C über dem vorindustriellen Niveau liegen. Eine Verdoppelung der CO₂-Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts würde zu einem Temperaturanstieg um bis zu 5,7 °C führen.

⁶ SSPs – Shared Socioeconomic Pathways (Gemeinsam genutzte sozioökonomische Pfade): SSP1-1.9: Der 1,5-Grad-Weg; SSP1-2.6: Der 2-Grad-Weg; SSP2-4.5: Der Mittelweg; SSP3-7.0: Der konfliktreiche Weg; SSP5-8.5: Der fossile Weg

Abbildung 3: Szenarien der CO₂-Emissionen und Änderungen der globalen Durchschnittstemperatur im Vergleich 1850–1900.



Der Emissions Gap Report 2021 – den das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP, 2021) jährlich herausgibt – erklärt, dass neue bzw. aktualisierte NDCs⁷ und angekündigte Zusagen („Pledges“) für 2030 nur geringe Auswirkungen auf die globalen Emissionen und die Emissionslücke im Jahr 2030 haben, indem sie die für 2030 prognostizierten Emissionen um nur 7,5 % im Vergleich zu früheren bedingungslosen NDCs reduzieren. Um die Erwärmung auf 2 °C zu begrenzen, müssten die projizierten Emissionen im Jahr 2030 um 30 % reduziert werden, für das 1,5 °C-Ziel wären 55 % erforderlich.

Bei voller Umsetzung der „bedingungslosen NDCs“ für 2030 würde ein Temperaturanstieg von 2,7 °C bis zum Jahr 2100 stattfinden. Bei den an Bedingungen geknüpften NDCs würde dieser 2,6 °C betragen. Bei zusätzlicher Einhaltung bestehender Klimaneutralitätsversprechen, welche bereits 49 Staaten plus die EU-27 abgegeben haben, könnte der Temperaturanstieg auf 2,2 °C begrenzt werden.

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.

⁷ 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).

Die Szenarien des Weltklimarats zeigen, dass mit weiter ansteigender Erwärmung auch die Risiken für Mensch und Natur weiter zunehmen werden. Mit jedem weiteren Schritt der globalen Erwärmung steigt die Zahl an Wetter- und Klimaextremen. Jedes weitere halbe Grad führt zu einer deutlich erkennbaren Zunahme der Intensität und Häufigkeit von Hitzeextremen, einschließlich Hitzewellen und Starkniederschlägen sowie Dürreperioden.

In den Küstengebieten wird der weitere Anstieg des Meeresspiegels zu schweren Überschwemmungen in tief gelegenen Gebieten und zu küstennaher Erosion beitragen. Extreme Meeresspiegelereignisse, die zuvor einmal in hundert Jahren aufgetreten sind, könnten jedes Jahr bis zum Ende dieses Jahrhunderts auftreten.

Der Wasserkreislauf wird durch den Klimawandel intensiviert, d. h. es wird global mehr Wasser verdunsten und es werden mehr Niederschläge fallen. Das führt zu intensiveren Niederschlägen, die mit Überschwemmungen verbunden sein werden, aber in vielen Regionen auch zu Dürren. Insgesamt wird sich das Niederschlagsmuster wahrscheinlich dahin verändern, dass in hohen Breiten der Niederschlag zunehmen wird, während er in weiten Teilen der Subtropen abnehmen wird (IPCC, 2021).

Auswirkungen des Klimawandels und Anpassung

Klimawandel weltweit bemerkbar

Der Klimawandel hat bereits jetzt schon negative Auswirkungen auf Natur und Menschen. Er ist in allen Regionen der Erde bemerkbar. Besonders betroffen sind vor allem Regionen in Afrika, Asien, Mittel- und Südamerika, kleine Inseln und in der Arktis. Generell sind Menschen und Ökosysteme, welche bereits vor großen Herausforderungen stehen, am stärksten betroffen. Etwa dreieinhalb Milliarden Menschen gelten bereits heute als vom Klimawandel und dessen Folgen besonders gefährdet.

Die Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Klima- und Wetterextremen hat weitreichende Auswirkungen auf Ökosysteme, Menschen, Siedlungen und Infrastrukturen. Er sind bereits erhebliche Schäden und zunehmend irreversible Verluste in Land-, Süßwasser-, Küsten- und offenen Meeresökosystemen verursacht worden. Einige Auswirkungen sind bereits unumkehrbar, wie etwa das erste Artensterben aufgrund des Klimawandels. Andere Auswirkungen nähern sich der Unumkehrbarkeit, wie die Auswirkungen der hydrologischen Veränderungen infolge des Rückzugs der Gletscher oder die Veränderungen in einigen Gebirgsökosystemen und arktischen Ökosystemen, die durch das Auftauen des Permafrostes verursacht werden. Letztendlich gefährdet der Klimawandel die Nahrungsmittel- und Wassersicherheit.

Bewältigung wird schwieriger

Die Auswirkungen und Risiken des Klimawandels werden immer komplexer und schwieriger zu bewältigen, da verschiedene Wetterextreme gleichzeitig auftreten und kaskadenartige Auswirkungen verursachen.

Um den zunehmenden Verlust von Menschenleben, biologischer Vielfalt und Infrastruktur zu vermeiden, sind dringende, ehrgeizige und rasche Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel erforderlich, die mit einer schnellen und

tiefgreifenden Reduktion der Treibhausgas-Emissionen einhergehen. Mit zunehmender globaler Erwärmung nehmen Verluste und Schäden zu und weitere menschliche und natürliche Systeme stoßen an die Grenzen ihrer Anpassungsmöglichkeiten. Die Zeitspanne, in der eine klimaresiliente Entwicklung noch möglich ist, wird immer enger.

Fortschritte bei der Planung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen sind bereits in allen Sektoren und Regionen zu beobachten. Es gibt gangbare und wirksame Anpassungsmöglichkeiten, die die Risiken für Mensch und Natur verringern können. Diese sind jedoch ungleichmäßig verteilt. Vermehrt werden auch Fehlanpassungen beobachtet, die wiederum zu einer Verfestigung von Anfälligkeit, Exposition und Risiken führen, die nur schwer und kostenintensiv zu ändern sind und bestehende Ungleichheiten verschärfen können (IPCC, 2022b).

***klimabedingte
Migration***

Der Klimawandel trägt auch zu humanitären Krisen bei. Menschen werden zunehmend durch Klima- und Wetterextreme zur Migration gezwungen. Unverhältnismäßig stark betroffen sind kleine Inselstaaten. In Afrika und Südamerika ist durch Überschwemmungen oder Dürren die Ernährungsunsicherheit hoch. Durch Anpassung könnte dem entgegen gewirkt, die Wahlmöglichkeiten bei Migrationsentscheidungen verbessert und sichere und geordnete Bewegungen von Menschen innerhalb und zwischen Ländern gewährleistet werden. (IPCC, 2022b).

Laut dem GRID-Bericht 2022 des Zentrums für Binnenvertreibung und Migration (IDMC, „Internal Displacement Migration Centre“) wurden im Jahr 2021 insgesamt 38 Mio. neue Migrant:innen registriert. Davon mussten 23,7 Mio. ihr bisheriges Lebensumfeld aufgrund von Katastrophen verlassen. In mehr als 94 % der Fälle waren Gefahren wie Stürme, Überschwemmungen und Dürren in den Regionen Ostasien, Pazifik und Südasien der Auslöser. Die überwiegende Mehrheit der wetterbedingten Bevölkerungsbewegungen findet innerhalb der nationalen Grenzen statt, obwohl auch grenzüberschreitende Bewegungen auftreten (IDMC, 2022).

Nach einer aktuellen Studie der Weltbank könnten bis 2050 bis zu 216 Mio. Menschen gezwungen sein, aufgrund der Klimaänderung zu migrieren. 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 Klimaveränderungen fliehen müssen, um bis zu 80 % reduziert werden (Weltbank, 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 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).

Maßnahmen gegen den Klimawandel

nächste Jahre entscheidend

Durch das Erreichen des im Pariser Abkommen festgelegten 1,5 °C-Ziels könnten die schlimmsten Auswirkungen der Klimakrise mit einer hohen Wahrscheinlichkeit vermieden werden. Hierfür müssten allerdings die weltweiten Treibhausgas-Emissionen ab den 2020er Jahren sinken und spätestens 2025 ihren Höhepunkt erreichen sowie bis 2030 gegenüber 2019 um 43 % reduziert werden. Gleichzeitig müsste auch der Methanausstoß um etwa ein Drittel verringert werden (IPCC, 2022).

Ohne sofortige und tiefgreifende Emissionsreduktionen in allen Sektoren ist eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C nicht erreichbar. Eine Überschreitung der 1,5 °C-Schwelle impliziert aber ein erhöhtes Klimarisiko, sowie höhere soziale und ökologische Risiken.

Entsprechend dem IPCC-Bericht gibt es bereits Anzeichen für die Umsetzung bzw. Wirksamkeit von Klimaschutzmaßnahmen. In den Jahren 2010 bis 2019 waren die durchschnittlichen jährlichen Treibhausgas-Emissionen zwar weltweit so hoch wie nie zuvor in der Geschichte der Menschheit, ihre Wachstumsrate hat sich jedoch verlangsamt. Es konnten durch politische Maßnahmen und Gesetze bereits Emissionen vermieden und Investitionen in treibhausgasarme Technologien und Infrastruktur gesteigert werden. Eine wachsende Zahl von politischen Maßnahmen und Gesetzen hat die Energieeffizienz verbessert, die Abholzungsraten verringert und den Einsatz erneuerbarer Energien beschleunigt. Die Kosten mehrerer emissionsarmer Technologien sind seit 2010 kontinuierlich gesunken. Die Maßnahmenumsetzung ist jedoch ungleichmäßig über Regionen und Sektoren verteilt. Durch die schlechteren Rahmenbedingungen hinken z. B. die Innovationen in Entwicklungsländern noch hinterher, auch kommt die Angleichung der Finanzströme an die Ziele des Pariser Abkommens nur langsam voran (IPCC, 2022a).

Einfluss COVID-19-Krise

Die Emissionen werden zudem durch weltweite wirtschaftliche Entwicklungen beeinflusst. Hierbei handelt es sich jedoch um kurzfristige Effekte ohne nachhaltige Wirkung, die mit langfristig wirksamen Maßnahmen vergleichbar wäre.

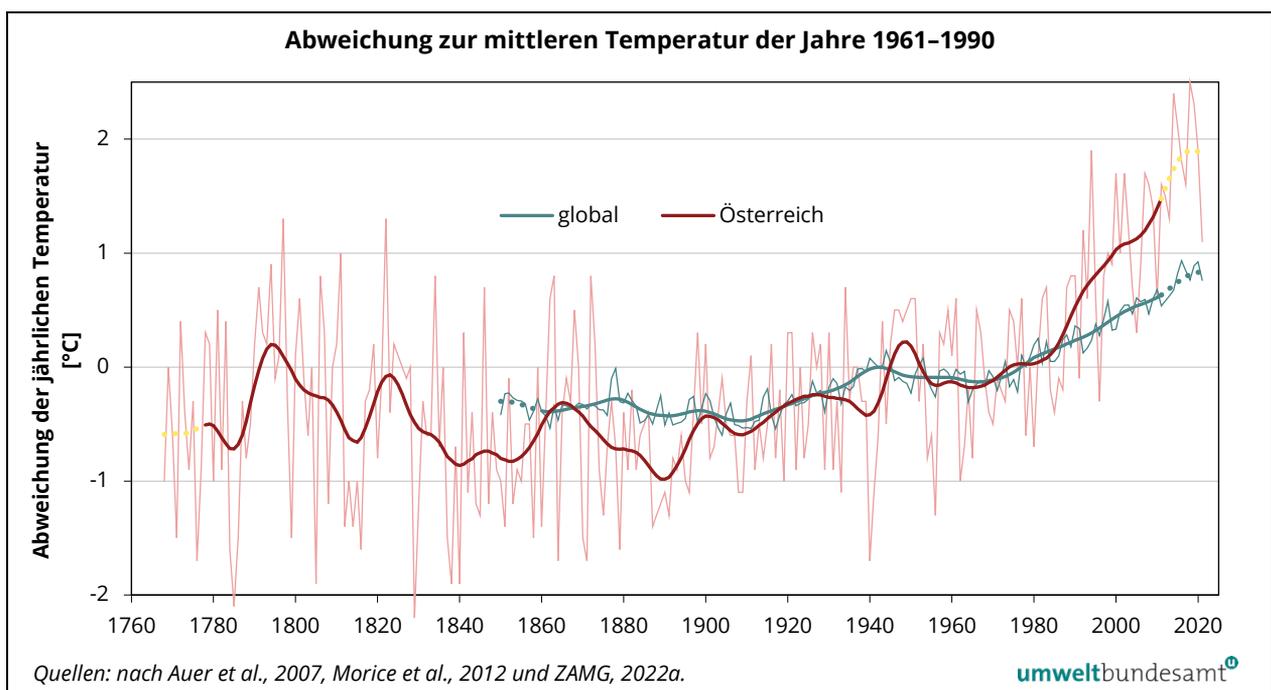
So wurde nach einer nur kurzfristigen Reduktion der globalen Emissionen aufgrund der COVID-19-Krise in 2020 bereits 2021 annähernd das Vorkrisenniveau von 2019 erreicht (UNEP, 2021).

Es bedarf somit jedenfalls weiterer, rasch umgesetzter politischer Maßnahmen in hoher Intensität, um den globalen Treibhausgas-Ausstoß dauerhaft und ausreichend zu reduzieren.

1.2 Auswirkungen für Österreich

Die Klimaerwärmung ist bereits in Österreich messbar. Besonders der Alpenraum ist betroffen: Hier ist der Temperaturanstieg 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, 2022a).

Abbildung 4: Jährliche Abweichung zur mittleren Temperatur der Jahre 1961–1990 für Österreich und global.



~2 °C-Anstieg in Österreich bereits erfolgt

Im Vergleich zu den letzten Jahren, in denen die Durchschnittstemperatur bereits über 2 °C über dem Bezugszeitraum 1961–1990 lag, betrug die Temperaturabweichung 2021 nur bei +1,1 °C bei einer Durchschnittstemperatur im österreichischen Tiefland von rund 8,5 °C. Der Erwärmungstrend der letzten Jahrzehnte setzte sich jedoch fort (ZAMG, 2022b).

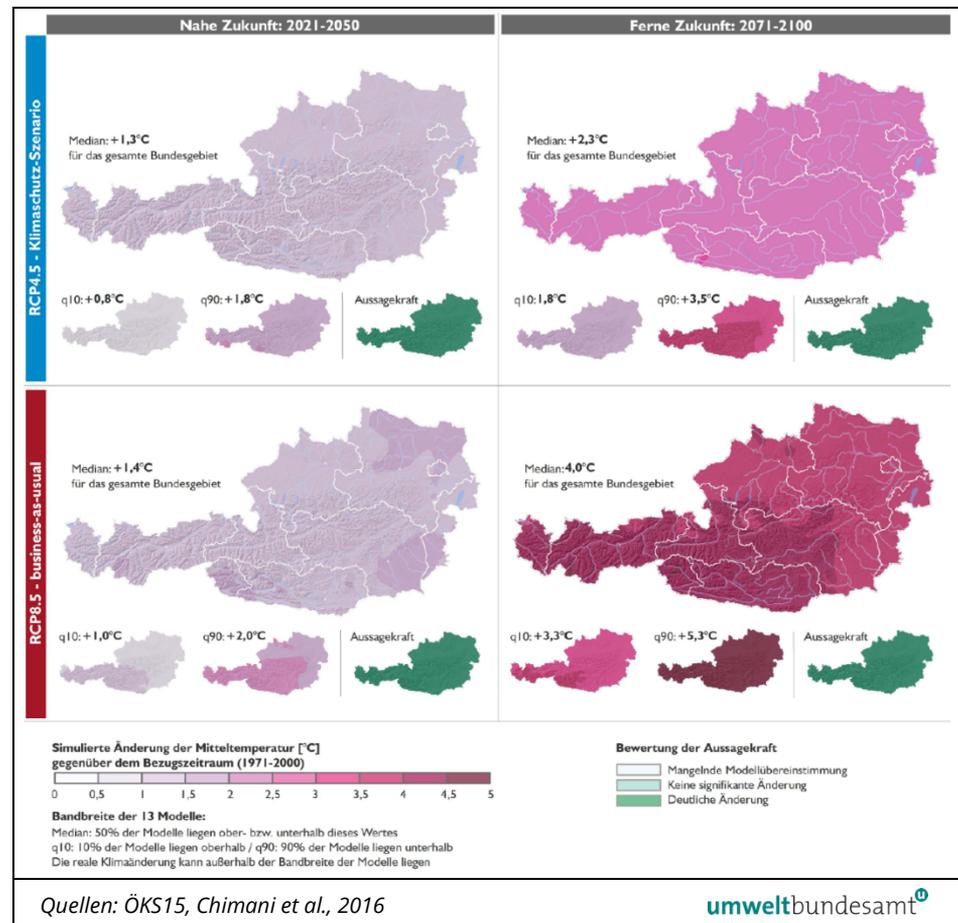
Klimaszenarien für Österreich

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 RCP⁸-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

⁸ 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.

wesentlich stärker ausgeprägte Temperaturzunahme als in RCP4.5 mit 2,3 °C erwartet (siehe Abbildung 5).

Abbildung 5:
Simulierte Änderung der
Mitteltemperatur [°C]
gegenüber dem
Bezugszeitraum
(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 beliefen sich im Jahr 2020 in Österreich bereits auf zumindest 2 Mrd. Euro im Jahresdurchschnitt (Steininger et al., 2020). Diese Schäden werden weiter steigen, sollte es nicht zu signifikanten Emissionsreduktionen kommen. Aufbauend auf dem Projekt COIN⁹ zeigen Steininger et al., dass die Schäden – bei einer globalen Klimaerwärmung bis zu 2 °C bis 2050 – auf zumindest rund 6–12 Mrd. Euro im jährlichen Durchschnitt (Preisniveau von 2019) steigen dürften, wobei sich dieser Wert bei einem stärkeren Temperaturanstieg noch erhöhen kann (vgl. Kapitel 1.5.5). Die angegebenen Durchschnittswerte können im Jahr des Auftretens klimawandelbedingter Extremereignisse, wie etwa 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. Euro pro Jahr belaufen und bis 2050 bei mittlerer Erwärmung rund 2 Mrd. Euro 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.

⁹ <https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/Coinberblickv2020012015.pdf>

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 Reduktion ihrer Treibhausgas-Emissionen. Das Kyoto-Protokoll trat 2005 in Kraft und 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. Zertifikate 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 acht 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 Mai 2022 haben 193 Vertragsparteien das Abkommen auch ratifiziert. Für die verbleibenden vier Staaten (Eritrea, Iran, Libyen 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 68 % (Stand: Mai 2022 für das Jahr 2020).

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 Kattowitz 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 wurden für die Umsetzung des Pariser Übereinkommens wichtige, lange ausstehende Beschlüsse angenommen. Neben der Finalisierung der Bestimmungen für Marktmechanismen (Artikel 6 des Übereinkommens von Paris) und der Berichtstabellen unter dem neuen Transparenzrahmen, einem neuen Arbeitsprogramm zum globalen Anpassungsziel und einem Dialog zum Thema Verluste und Schäden wurden mit dem „Glasgow Climate Pact“ auch zahlreiche neue politische Zusagen gemacht. Dazu zählen ein Bekenntnis zu einer Reduktion der globalen Kohlendioxidemissionen um 45 % bis 2030 (gegenüber 2010) und auf netto null bis Mitte des Jahrhunderts, das Herunterfahren („phasedown“) der Kohleverstromung, die Verdoppelung der Klimafinanzierung für Anpassung bis 2025 und anderes mehr.

Die für November 2022 in Scharm asch-Schaich angesetzte COP 27 soll nach Wunsch des Gastgeberlandes Ägypten einen Fokus auf „Implementierung“ legen und insbesondere die Themen Anpassung an den Klimawandel, Verluste und Schäden sowie Klimafinanzierung in den Vordergrund rücken.

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 drei Dekaden 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 das der „Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050“ aus dem Jahr 2011 noch tat.

Die Langfriststrategie beinhaltet keine konkreten längerfristigen Ziele, sondern definiert sieben Entwicklungsbilder, auf deren Basis Szenarien zur Emissions-senkung durch die Modellierung verschiedener technischer Lösungen dargestellt werden. Sechs Szenarien zielen auf Emissions-senkungen 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 Kohlenstoff-senken sowie CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS – carbon capture and storage).

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, 2019b). 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 jährlichen Anstieg der Investitionen um 350 Mrd. Euro von 2021–2030 im Vergleich zur Vorperiode 2011–2020 (EK, 2020a).

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 ist Ende Juni 2021 in Kraft getreten. Damit wurden das Ziel einer klimaneutralen EU bis 2050 und die Zielvorgabe, die Netto-Treibhausgas-Emissionen (Emissionen nach Abzug des Abbaus) bis 2030 gegenüber 1990 um 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 im Sommer 2021 das Gesetzgebungspaket „Fit for 55“ vorgelegt. Im Juni 2022 hat sich der Europäische Rat auf konkrete Vorschläge geeinigt, wobei nun Verhandlungen mit dem Europäischen Parlament aufgenommen werden, um die endgültigen Rechtstexte zu beschließen. Dies 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 Mitgliedstaaten die Einnahmen aus dem Emissionshandel für klima- und energiebezogene Projekte bzw. für die Abfederung von sozialen Auswirkungen bereitstellen.

Weiters soll ein CO₂-Ausgleichsmechanismus eingeführt werden, um das Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen zu verringern und gleiche Wettbewerbsbedingungen zu gewährleisten.

- 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 derselben 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.
- Neue CO₂-Emissionsnormen für PKW und leichte Nutzfahrzeuge (LNF): Laut Ratseinigung von Juni 2022 sollen sich bis 2030 die CO₂-Emissionen neuer PKW und LNF um 55 % (statt bisher 50 %) reduzieren, mit dem Ziel ab 2035 komplett CO₂-frei zu sein.
- Schaffung eines Klima-Sozialfonds (SCF, social climate fund) von höchstens 59 Mrd. Euro zur Unterstützung armutsgefährdeter Haushalte, Kleinstunternehmen und Verkehrsbenutzer:innen. Dabei sollen die Mitgliedstaaten einen Klima-Sozialplan erstellen, in welchem Maßnahmen und Investitionen angeführt werden.

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 war bis 2020 EU-weit auf 20 % zu steigern. Ferner war vorgesehen, die Energieeffizienz im Vergleich zu einem Business-as-usual-Szenario um 20 % 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 gegenüber 2005 um 16 % 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,): Für Emissionshandelsunternehmen¹⁰ 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 war in Österreich bis 2020 auf 34 % zu erhöhen. EU-weit war 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.

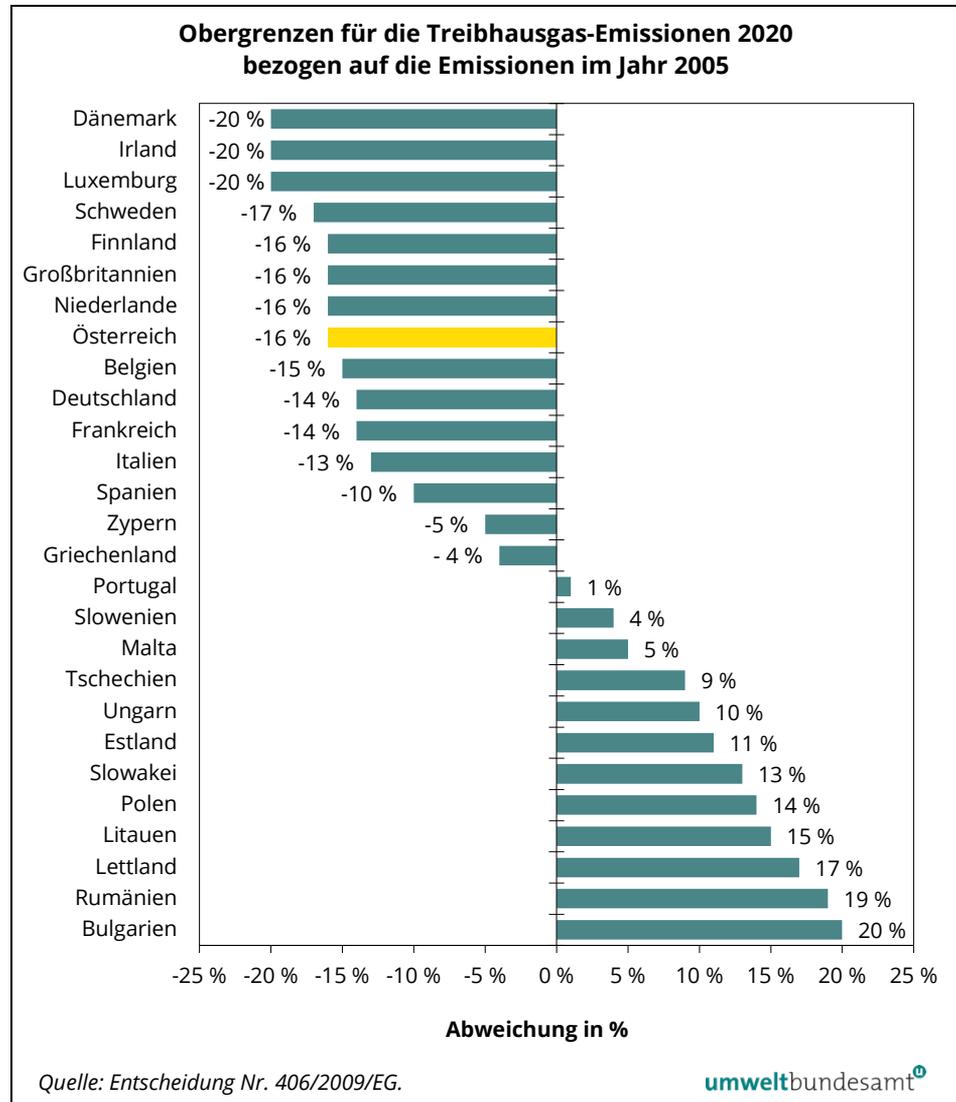
1.4.1.1 Effort-Sharing bis 2020

Für Quellen außerhalb des Emissionshandels (z. B. Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft) sah das Klima- und Energiepaket der EU eine Verringerung der Treibhausgas-Emissionen um rund 10 % bis 2020 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 erstreckte sich von minus 20 % für die reichsten Länder bis zu plus 20 % für das ärmste Land (Bulgarien). (siehe Abbildung 6).

¹⁰ 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 6:
Nationale Emissions-
obergrenzen 2020
entsprechend der Effort-
Sharing-Entscheidung,
relativ zu den
Emissionen von 2005.



**Zielwerte
für Österreich**

Österreich hatte die Treibhausgas-Emissionen der nicht vom Emissionshandel erfassten Quellen von 2013 bis 2020 gegenüber 2005 um 16 % zu reduzieren. Während der achtjährigen Verpflichtungsperiode war 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.¹¹

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 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 von 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 in Höhe von 5 % auf AEA des Folgejahres vorgegriffen werden. Überschüssige AEA können bis 2020 im Effort-Sharing-Register auf die Konten der Folgejahre transferiert werden. Ferner können AEA von anderen Mitgliedstaaten (unbegrenzt) zugekauft werden.

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

¹¹ 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.

Strafzuschlag in Höhe von 8 % auf die nicht fristgemäß überwiesenen AEAs wird fällig, ein Plan mit Korrekturmaßnahmen ist der Europäischen Kommission vorzulegen und Transaktionen vom Konto im Effort-Sharing-Register werden blockiert.

In Österreich steht nach Abrechnung des Jahres 2019 für die Emissionen des Jahres 2020 noch ein Restguthaben von rund 3,6 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, 2018 und 2019 verbraucht. Ferner liegen die Emissionen im Jahr 2020 mit 46,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent um 1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent unterhalb des Zuteilungsbetrages von 47,7 Mio. AEA.

Somit konnte aufgrund der Rücklagen aus den Jahren 2013–2016 und des pandemiebedingten Rückgangs der Emissionen im Jahr 2020 die Einhaltung des Zielpfads über die gesamte Periode 2013–2020 sichergestellt werden. Nach Abrechnung des Jahres 2020 wird voraussichtlich ein Betrag von 4,8 Mio. AEA verbleiben. Eine Mitnahme von Überschüssen in die Folgeperiode ist nicht möglich.

1.4.1.2 Erneuerbare Energie bis 2020

**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

Das Erneuerbare-Ziel von 34 % wurde im Jahr 2020 mit 36,5 % überschritten, wobei die Auswirkungen der Corona-Pandemie auch für den Anstieg gegenüber dem Vorjahr 2019 (mit 33,8 %) beigetragen haben. Im Verkehrsbereich wurde der Anteil mit 10,3 % ebenfalls überschritten (Statistik Austria, 2021a).

1.4.1.3 Energieeffizienz bis 2020

**nationale
Energieeffizienzziele**

Am 25. Oktober 2012 wurde die Richtlinie 2012/27/EG zur Energieeffizienz erlassen. Mit dieser Richtlinie wurde ein gemeinsamer Rahmen für Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz in der Europäischen 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. Die Richtlinie legt indikative nationale Energieeffizienzziele bis 2020 fest.

Die Richtlinie sah 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 zählte 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 sah 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. Es sieht u. a. eine Stabilisierung des Endenergieverbrauchs auf 1.050 PJ bis 2020 vor.

Trotz des deutlichen Rückgangs von rund 86 PJ im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr aufgrund der Corona-Pandemie konnte der Zielwert nicht erreicht werden. Er liegt jedoch mit 1.053 PJ nur geringfügig darüber (Statistik Austria, 2021a).

1.4.1.4 Europäisches Emissionshandelssystem (EU ETS) bis 2020

Stationäre Anlagen

erfasste 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. Das Ziel für stationäre Anlagen war bis zum Jahr 2020 eine Senkung der Emissionen um 21 % im Vergleich zu 2005. Dafür wurde auf Basis der RL 2009/29/EG in der dritten Handelsperiode für den Zeitraum 2013 bis 2020 eine EU-weite Emissionsobergrenze mit insgesamt 15,6 Mrd. Zertifikaten festgelegt, wobei die jährliche Emissionsmenge jeweils um etwa 38 Mio. Zertifikate¹² abgesenkt wurde.

Vom Emissionshandel betroffen sind vor allem Energiewirtschaftsanlagen, wie die Strom- und Fernwärmeerzeugung, die Mineralölverarbeitung und Gaswirtschaft sowie energieintensive Industriebetriebe. Auf Seiten der Industrie umfasst der Emissionshandel etwa die Eisen- und Stahlerzeugung und -verarbeitung, die Papier- und Zellstoffindustrie, die Nichteisenmetallherstellung und -verarbeitung, die mineralische Industrie (Zement, Kalk, Keramik, Gips), Prozessanlagen der Chemischen Industrie sowie grundsätzlich mittlere und große Feuerungsanlagen¹³. 2013–2020 waren in Österreich ca. 190 stationäre Anlagen vom EU-Emissionshandel erfasst.

¹² Das entspricht einem Reduktionspfad von 1,74 % pro Jahr.

¹³ Verbrennung von Brennstoffen mit einer Gesamtfeuerungsleistung von 20 Megawatt ausgenommen Anlagen für die Verbrennung von gefährlichen oder Siedlungsabfällen.

Versteigerung und Zuteilung 3. Handelsperiode (2013–2020)

Treibhausgas-Benchmarks Seit 2013 ist für stationäre Anlagen die Vergabe von Zertifikaten durch Versteigerung als Grundprinzip vorgesehen. So ist für die Stromerzeugung – von wenigen Ausnahmen abgesehen – keine kostenlose Zuteilung mehr zulässig. Um einen Schutz vor dem Risiko einer Verlagerung von Produktion und CO₂-Emissionen in Länder ohne Emissionshandel (Carbon Leakage) zu gewährleisten, ist ein festgesetzter Anteil der ein EU-weiten Höchstmenge für eine kostenlose Zuteilung von Gratiszertifikaten vorgesehen. Dafür wurden vor allem für Industriesektoren Referenzwerte für die Treibhausgas-Effizienz – sogenannte Treibhausgas-Benchmarks – entwickelt. Um die Gratiszuteilung mit der Gesamtmenge in Einklang zu bringen, wurde im Zeitraum 2013 bis 2020 ein sektorübergreifender Korrekturfaktor festgelegt.

Zuteilung von Zertifikaten

Im Jahr 2020 war in Österreich eine kostenfreie Zuteilung für 168 Anlagen mit einer Gesamtzuteilung von 18,2 Mio. Zertifikaten im Jahr 2020 vorgesehen (siehe Abbildung 7).

Dies entsprach 2013–2020 durchschnittlich 70 % der geprüften Emissionen und über die gesamte Periode (2013–2020) durchschnittlich 58 % der Emissionen der stationären Anlagen in der Basisperiode¹⁴, wobei im Jahr 2013 etwa 64 % gegenüber der Basisperiode zugeteilt wurden; im Jahr 2020 waren es etwa 52 %.

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 Zuteilung für die Jahre 2013–2020 lag über die gesamte Periode um 1,5 % unter der ursprünglich vorgesehenen. Dabei sank die reguläre 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.

¹⁴ Die Basisperiode umfasste wahlweise die Jahre 2005–2008 oder die Jahre 2009–2010, wenn die historische Aktivitätsrate der Anlage 2009–2010 höher war.

Abbildung 7:
Zertifikat-Zuteilung an
österreichische Anlagen
2013–2021¹⁵.



Für den Zeitraum 2021 bis 2025 wurde die Gratiszuteilung neu bemessen (siehe Kapitel 1.4.2.2). Im Jahr 2021 lag die kostenfreie Zuteilung für stationäre Anlagen mit 18,4 Mio. Zertifikaten etwa auf dem Niveau des Jahres 2020 und entsprach rund 64 % der geprüften Emissionen, die 28,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent betragen.

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 ICAO¹⁶-Generalversammlung 2013, eine marktbasierende Maßnahme für die Emissionen aus dem Flugverkehr zu entwickeln. Unter dem Namen „Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)“ wurde sie 2021 eingeführt. In Reaktion auf den ICAO-Beschluss von 2013 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. Die Europäische Kommission arbeitet derzeit daran, die Fortführung des EU-Emissionshandelssystems für den Luftverkehr an die neuen Bedingungen in Verbindung mit CORSIA anzupassen.

¹⁵ Die Balken des Jahres 2021 (andere Farben) zählen nicht zur 3. Handelsperiode (2013–2020), sondern zur 4. Handelsperiode des Emissionshandels (2021–2030).

¹⁶ International Civil Aviation Organization

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 mittelfristigen 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 eine Menge von 833 Mio. Zertifikaten, fließt ein Teil¹⁷ der zur Versteigerung vorgesehenen Zertifikate der Marktstabilitätsreserve zu. Umgekehrt werden Zertifikate aus der Reserve zur Versteigerung freigegeben¹⁸, wenn das Angebot auf dem Markt eine Menge von 400 Mio. Zertifikaten 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 1.4.2.2.).

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 bisherigen 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

¹⁷ 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 der Prozentsatz bis Ende 2023 verdoppelt.

¹⁸ Diese Menge ist mit 100 Mio. Zertifikaten fixiert.

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 betrug 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.

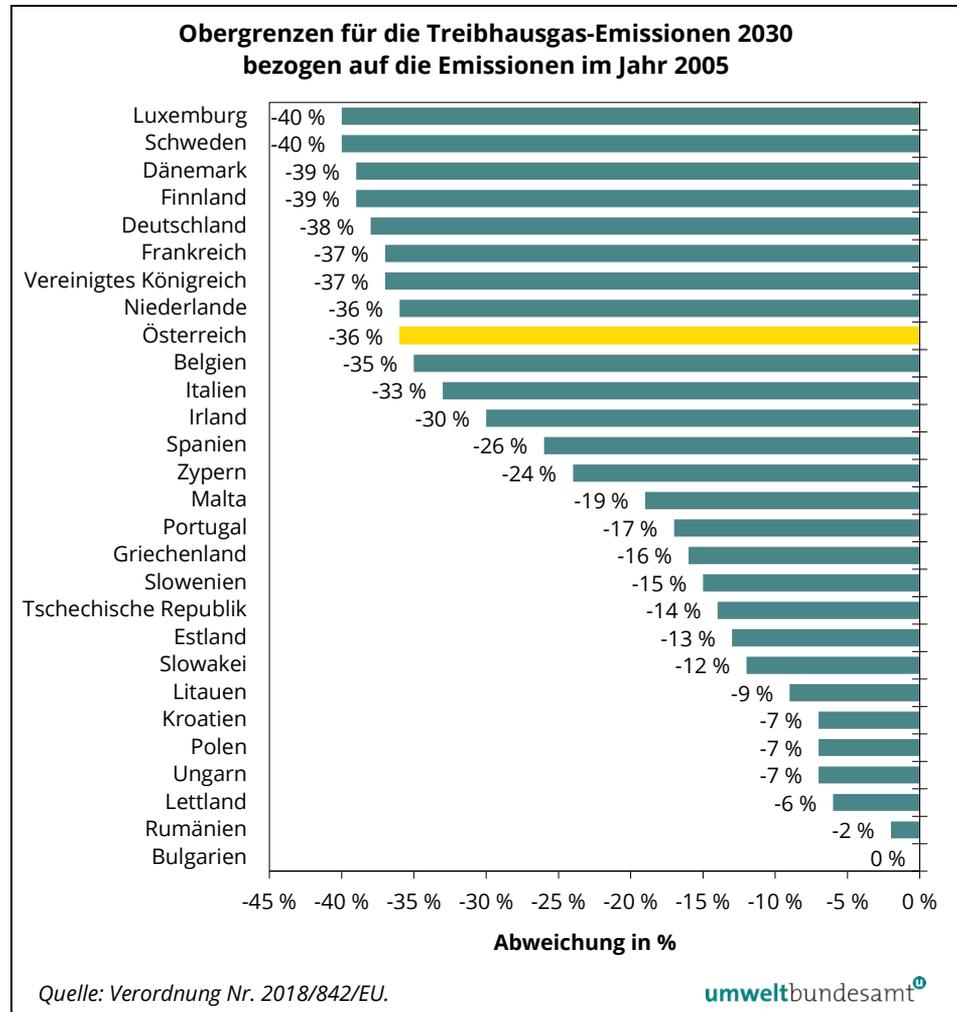
**Zielverschärfung durch
"Fit for 55"-Paket**

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

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 8:
Nationale
Emissionsobergrenzen
2030 entsprechend der
Effort-Sharing-
Verordnung, relativ 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. Sie 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. Außerdem ist nach den fünf Jahren keine Abrechnung des Zeitraumes als Ganzes vorgesehen, sondern jedes Jahr wird gesondert abgerechnet und zwischen den jeweiligen Jahren sind nur die in der Verordnung vorgesehenen Flexibilitäten zulässig: In den Jahren 2021–2025 kann auf jährliche Emissionszuweisungen (AEA) des Folgejahres in Höhe von 10 % und in den Jahren 2026–2029 auf 5 % der AEA des Folgejahres vorgegriffen werden. Außerdem können von 2022–2029 bis zu 30 % der nicht verwendeten Emissionszuweisungen auf die nachfolgenden Jahre bis 2030 übertragen werden. Ferner können AEA von anderen Mitgliedstaaten (unbegrenzt) zugekauft und bis 2030 verwendet werden.

Wenn es trotz der genannten Flexibilitäten nicht möglich ist, ausreichend Emissionszuweisungen für die Abdeckung der Emissionen bereitzustellen, werden die Mehremissionen den jährlichen Emissionen im Folgejahr zugeschlagen, hinzu kommt außerdem ein Strafaufschlag von 8 % der Mehremissionen.

Zielverschärfung durch „Fit for 55“-Paket

Die Erhöhung des Gesamtziels im Rahmen der EU-Klimagesetzgebung 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 % auf -48 % jeweils gegenüber 2005. Nach den detaillierten Vorschlägen des Europäischen Rats von Juni 2022 umfasst ESR die nationale Schifffahrt, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kleinindustrie (Energie und Industrie außerhalb des Emissionshandels). Die Sektoren Gebäude und Verkehr werden sowohl durch die Effort-Sharing-Verordnung als auch in der Emissionshandelsrichtlinie behandelt. Zusätzlich soll in den Jahren 2026–2029 auf 20 % (bisher 5 %) der AEA des Folgejahres vorgegriffen werden können, und die vorgesehene Anpassung des jährlichen Zielpfads erfolgt im Jahr 2025 nur noch, falls sie zu höheren jährlichen Zielwerten führt.

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. Während der Geltungsbereich gegenüber der 3. Handelsperiode gleich

geblieben ist, erfolgten zur Stärkung des Emissionshandels – insbesondere vor dem Hintergrund des Pariser Übereinkommens und des hohen Zertifikatsüberschusses – 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.¹⁹
- 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 zehn 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 das Auslaufen der kostenfreien Zuteilung bis 2027 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

¹⁹ 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.

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.

**Unterstützung für
Übergang**

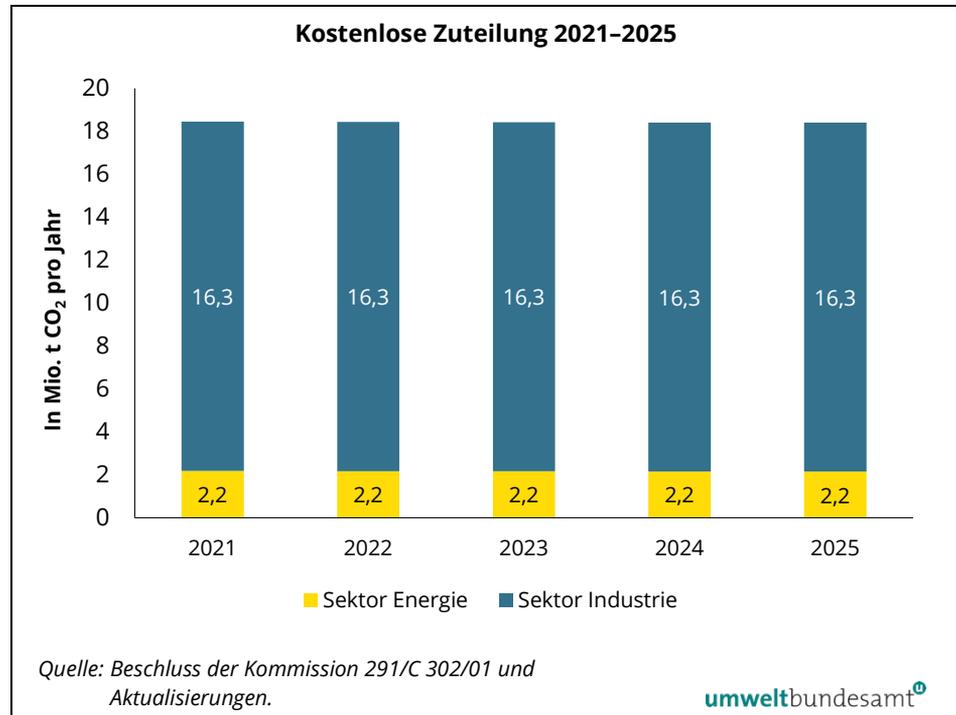
Für den Übergang zu einer CO₂-armen Wirtschaft werden Unterstützungsmechanismen fortgeführt bzw. ausgeweitet. Der Modernisierungsfonds dient zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Modernisierung der Energiesysteme in Mitgliedstaaten mit einem deutlich unterdurchschnittlichen Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt. 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**

Für den Zeitraum 2021 bis 2025 wurde die kostenlose Zuteilung auf Basis der bis Mitte 2019 eingebrachten Zuteilungsanträge EU-weit neu bemessen²⁰. Dafür wurden im März 2021 von der EU-Kommission aus den gemeldeten und geprüften Daten EU-weit die aktualisierten Benchmark-Werte für den Zeitraum 2021–2025 ermittelt. Für die meisten der 54 Benchmarks ergab sich aufgrund 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 2021–2025 um 3 % unter den Werten der 3. Periode. Die Zuteilung für den Zeitraum 2021 bis 2025 wurde anhand dieser aktualisierten Benchmarks ermittelt. Da EU-weit die Summe der beantragten Zuteilungen unter dem für die kostenlose Zuteilung vorgesehenen Anteil der Höchstmenge an Zertifikaten liegt, ist ein sektorübergreifender Korrekturfaktor für den Zeitraum 2021–2025 nicht anzuwenden. Damit bleibt die Zuteilung in Österreich einerseits in diesem Zeitraum und andererseits auch gegenüber dem Jahr 2020 annähernd gleich (siehe auch Kapitel 1.4.1.4). Abbildung 9 zeigt die Zuteilung für österreichische Anlagen im Zeitraum 2021–2025. Eine Anpassung der kostenlosen Zuteilung in Abhängigkeit von der Produktionsmenge erfolgt erstmals im Jahr 2021 auf Basis der Produktionsmengen der Jahre 2019 und 2020.

²⁰ Die Basisperiode umfasste den Zeitraum 2014 bis 2018.

Abbildung 9:
Zuteilung für
österreichische
Emissionshandels-
anlagen 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 Höchstmenge für alle Emissionen noch weiter gesenkt und die jährliche Kürzung erhöht werden²¹.

Bei der Marktstabilitätsreserve soll die erhöhte Abbaurrate für hohe Zertifikatsüberschüsse bis 2030 verlängert werden. Zudem ist geplant, nicht mehr als 400 Mio. Zertifikate in der Marktstabilitätsreserve einzubehalten und Zertifikate zu löschen, die über diese Menge hinausgehen.

Gemäß einem separaten Gesetzesvorschlag sollen künftig 25 % der Auktionierungserlöse als EU-Eigenmittel zur Deckung des „Next Generation EU“-Wiederaufbaufonds verwendet werden. Die EU-Mitgliedstaaten sollen die gesamten übrigen Erlöse aus der Versteigerung von Zertifikaten für Klimaschutzmaßnahmen bzw. für die Abfederung von sozialen Auswirkungen zur Verfügung stellen. Zudem sollen bestehende Finanzierungsprogramme mit weiteren Erlösen aus der Versteigerung ausgeweitet werden. Diese Programme beinhalten die Modernisierung von Energiesystemen, wobei EU-Mitgliedstaaten mit niedrigem

²¹ So soll die Höchstmenge an Zertifikaten für stationäre Anlagen bis 2030 um 61 % gegenüber 2005 reduziert werden. Dazu soll einerseits der jährliche Reduktionsfaktor von 2,2 % ab 2024 auf 4,2 % angehoben werden. Andererseits soll die Reduktion so wirken, als würde sie bereits ab 2021 erfolgen, wofür eine einmalige Absenkung der Höchstmenge um 117 Mio. Zertifikate erforderlich wäre, sofern die Änderungen ab 2024 anzuwenden sind.

Einkommen besonders unterstützt werden, und die Verbreitung von innovativen kohlenstoffarmen Technologien („Innovation Fund“).

Ein CO₂-Grenzausgleichsmechanismus soll ab 2026 schrittweise die bisherige kostenlose Zuteilung als Schutz gegen das Risiko der Verlagerung von CO₂-Emissionen ersetzen. Die Pilotphase soll dabei zunächst die Sektoren Stahl, Düngemittel, Zement, Strom und Aluminium umfassen. Im Gegenzug soll die kostenlose Zuteilung im EU ETS dabei im Zeitraum 2026–2035 um 10 % pro Jahr reduziert werden.

Auf die Benchmarks für die kostenlose Zuteilung sollen höhere maximale jährliche Verbesserungsraten²² angewendet werden, um dem technologischen Verbesserungspotenzial besser Rechnung zu tragen. Auch sollen Systemgrenzen von Benchmarks für kohlenstoffarme Verfahren angepasst werden, um die Anreizsetzung für solche Verfahren sicher zu stellen.

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.

nähere Ausgestaltung

Im Juni 2022 wurden sowohl die Standpunkte des Europäischen Rates als auch des Europäischen Parlaments abgestimmt.

Der Europäische Rat bestätigte wesentliche Eckpunkte des Kommissionsvorschlags, wie das Gesamtreduktionsziel 2030 von 61 % gegenüber 2005, das durch die Erhöhung der jährlichen Reduktionsrate ab Inkrafttreten der EHS-Reform auf 4,2 % pro Jahr sowie durch die einmalige Senkung der Höchstmenge um 117 Mio. Zertifikate ("re-basing") erreicht werden soll. Für unter den Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) fallende Sektoren sollen kostenlose Zertifikate zwischen 2026 und 2035 schrittweise abgeschafft werden, wobei zu Beginn eine langsamere und zu Ende dieses Zeitraums eine schnellere als im Kommissionsvorschlag vorgesehene Reduktion erfolgen soll. Das Emissionshandelssystem für den Gebäude- und den Straßenverkehrssektor soll gegenüber dem Kommissionsvorschlag um ein Jahr später eingeführt werden.

Gemäß EU-Parlament soll der Reduktionsfaktor schrittweise von 4,4 % im Jahr 2024 auf 4,6 % im Jahr 2029 angehoben werden. Bei Inkrafttreten sollen 70 Mio. Zertifikate und im Jahr 2026 weitere 50 Mio. Zertifikate aus dem Markt genommen werden. Insgesamt wird damit eine um zwei Prozentpunkte höhere Reduktion als von der EU-Kommission vorgeschlagen erreicht. Zudem sollen ab 2026 auch Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle in den Geltungsbereich des Emissionshandelssystems einbezogen werden. Auch soll der Mindestwert für die jährliche Verbesserung der Benchmarks von 0,2 % auf 0,4 % angehoben werden. Bei Anlagen, die im jeweiligen Sektor unter den besten 10 % liegen, soll keine sektorübergreifende Reduktion erfolgen. Das Parlament befürwortet

²² Die maximale Verbesserungsrate soll 2,5 % pro Jahr anstelle von bisher 1,6 % pro Jahr betragen

außerdem eine Ausweitung des Anwendungsbereichs des Grenzausgleichsmechanismus auf weitere Sektoren, vor allem in der chemischen Industrie. Die Zuteilung von kostenlosen Zertifikaten für die unter den CBAM fallenden Sektoren soll bereits bis 2032 auslaufen. Im separaten Emissionshandelssystem für den Straßenverkehr und den Gebäudesektor sollen vorerst nur das Gewerbe und erst ab 2029 auch private Haushalte einbezogen werden.

Ausgehend von diesen Standpunkten und dem Kommissionsvorschlag muss im Trilog-Verfahren ein gemeinsamer Standpunkt für die Reform des Emissionshandelssystems gefunden werden.

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 je nach Landnutzungskategorie aus unterschiedlichen Regeln besteht. Zu den anrechenbaren Kategorien zählen bewirtschaftete Waldflächen, aufgeforstete sowie 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, auf welchen die tatsächlich angefallenen Emissionen und Senken angerechnet werden. Je nachdem, ob diese Emissionen bzw. 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“). Erzielt ein Land also mehr Lastschriften als Guthaben aus den anrechenbaren Kategorien, 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. Hat ein Land mehr Guthaben als Lastschriften, 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, für jedes Mitgliedsland einen linearen Pfad mit jährlichen Zielwerten für die Jahre 2026–2029 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 österreichischem Recht. Dabei wird ein Teil der in Österreich emittierten Treibhausgase durch das Emissionszertifikatengesetz 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, 2019b).

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, die 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).²³ 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 Bundesminister:innen 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 aus Stakeholder:innen aus Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zusammen 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 auf maximal 47,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent zu reduzieren, 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,
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energieträger am Endenergieverbrauch,
- Steigerung der Gesamtenergieeffizienz im Gebäudebereich,
- Einbeziehung des Klimaschutzes in die Raumplanung,
- Mobilitätsmanagement,

²³ 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 %).

- Abfallvermeidung,
- Schutz und Erweiterung natürlicher Kohlenstoffsinken sowie
- ökonomische Anreize zum Klimaschutz.

**Umsetzung
der Maßnahmen**

In einem ersten Umsetzungsschritt wurde 2013 zwischen Bund und Ländern ein Maßnahmenpaket für die Jahre 2013 und 2014 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 (erstmalig 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 gegenüber 2005 um 36 % 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 Gebäudebereich,
- 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.

**Wirkungsfolgen-
analyse**

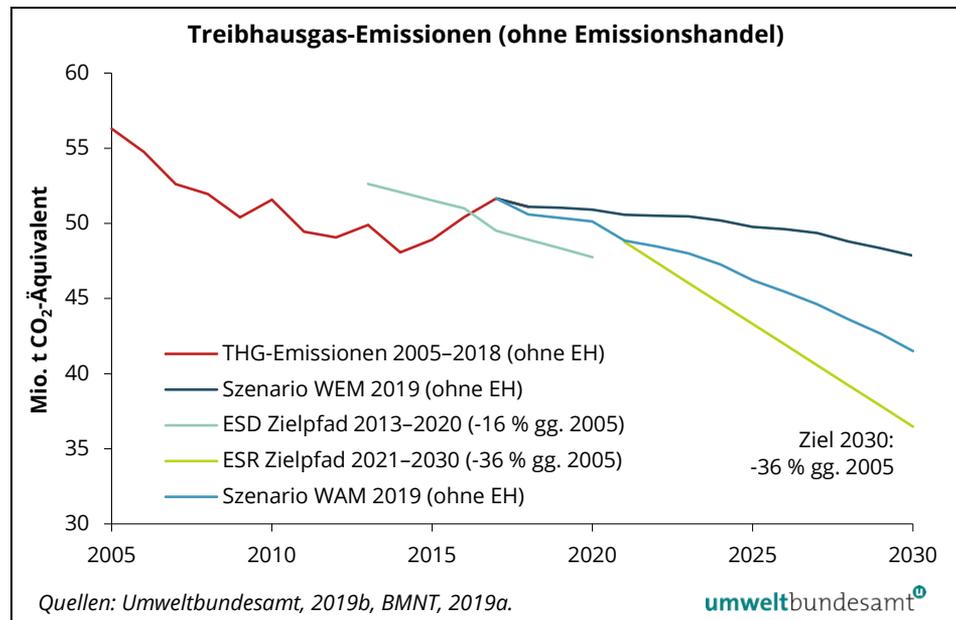
Die Wirkungsfolgenabschätzung selbst wurde von einem wissenschaftlichen Konsortium, bestehend aus Umweltbundesamt, Center of Economic Scenario Analysis and Research, Österreichischer Energieagentur, Instituten der TU Wien und der TU Graz sowie dem WIFO erarbeitet.

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 Wirkungsfolgenabschätzung 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.

Abbildung 10:
Entwicklung der
Treibhausgas-
Emissionen, des
Szenarios WEM und Ziele
(ohne EH) bis 2030.



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.

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).

Update Eine Aktualisierung der Strategien ist grundsätzlich bis zum 1. Januar 2029 und danach alle zehn Jahre zu erstellen. Mit der Bekräftigung zur Klimaneutralität bis 2040 entsprechend des aktuellen Regierungsprogramm 2020–2024 und Erhöhung der EU-Zielambition für 2030 ist eine Überarbeitung der österreichischen Strategie bereits für das zweite Halbjahr 2022 zu erwarten.

Inhalt und Vision Die Langfriststrategie Österreichs berücksichtigt die rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene sowie die Ergebnisse einer online-Konsultation der interessierten Öffentlichkeit und der relevanten Stakeholder:innen. Die leitende Vision der EU ist es, bis spätestens 2050 klimaneutral zu werden. 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-Null-Emissionen 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 Zielpfادهinhaltung 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 des WIFO), Abfall, F-Gase, Diffuse Emissionen und Lösemittel konnten nationale Treibhausgas-Emissionszenarien bis 2050 entwickelt werden.

**Szenariendefinition
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.

Update 2023

Eine Aktualisierung der Szenarien ist nach bestehender Berichtspflicht für März bzw. Juni 2023 vorgesehen. Zusätzlich zu den Szenarien WEM und WAM soll auch in einem eigenen Szenario die Transformation zur Klimaneutralität 2040 abbildet werden.

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.

**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 steigt im Szenario WEM bis 2050 gegenüber 2017 um 7 % , v. a. aufgrund des Wirtschaftswachstums und trotz der 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 in PJ (Quellen: Umweltbundesamt, 2021a, Statistik Austria, 2020).

Sektoren	Energiebilanz	Szenario WEM		Szenario WAM	
	2015	2030	2050	2030	2050
Verkehr	384	406	387	372	346
Industrie	309	390	476	381	447
Gebäude	382	360	336	356	325
Landwirtschaft	23	25	27	25	27
energetischer Endverbrauch*	1 097	1 180	1 226	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, 2021a, Statistik Austria, 2020).

	Anteil erneuerbarer Energieträger		
	Bilanzjahr 2015	2030	2050
Szenario WEM	33,5 %	35,4 %	43,5 %
Szenario WAM	33,5 %	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.

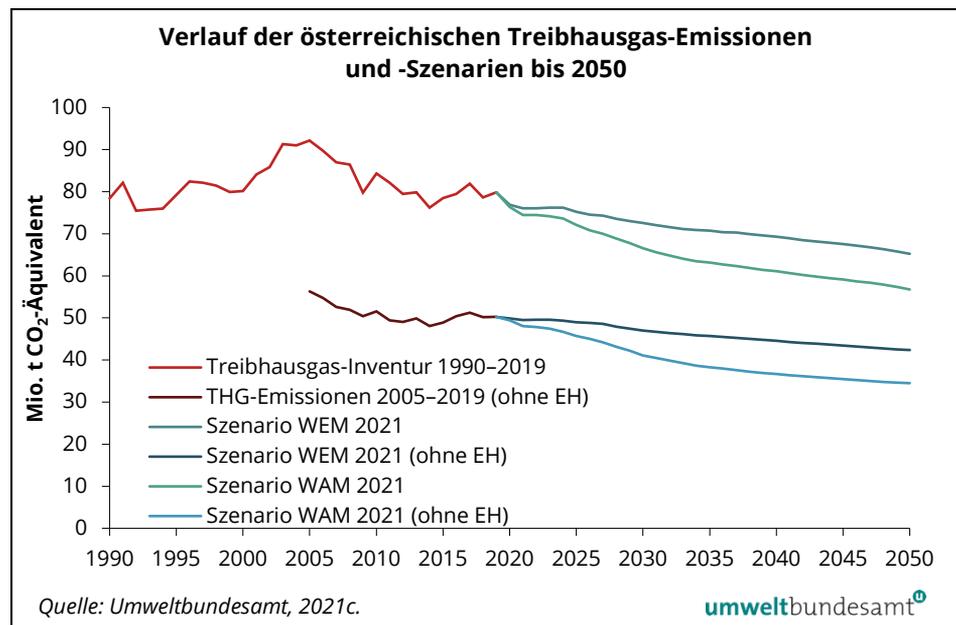
1.5.4.2 Treibhausgas-Szenarien

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.

Abbildung 11:
Entwicklung der
Treibhausgas-
Emissionen und
-Szenarien bis 2050.



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.

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

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

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

1.5.5 Wirtschaftliche Aspekte des Klimaschutzes

Kosten der Klimakrise

Aus volkswirtschaftlicher Perspektive verursacht die Klimakrise bereits beträchtliche Folgekosten für Österreich. So werden allein die Kosten wetter- und klimawandelbedingter Schäden für Österreich – im Jahr 2020 bereits bei 2 Mrd. Euro im Jahresschnitt – bis zur Jahrhundertmitte auf zumindest rund 6–12 Mrd. Euro im Jahresschnitt bei einer globalen Temperaturerwärmung nicht über 2 °C geschätzt (siehe Kapitel 1.2) (Steininger et al., 2020). 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, in 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. Euro 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-Effekte²⁴ 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 geringer eingeschätzt als die langfristigen „costs of inaction“ (Stern, 2007, IPCC, 2022).

**positive
Investitionseffekte**

Zwar sind für den Umbau des Energiesystems, die Elektrifizierung des Verkehrs und die Dekarbonisierung von Industrie und Gebäuden in naher Zukunft beträchtliche Investitionen notwendig: Berechnungen des Umweltbundesamtes zufolge beträgt der zusätzliche Investitionsbedarf für die Klimaneutralität 2040 in diesen Sektoren insgesamt rund 145 Mrd. Euro bis 2030, was 13,9 Mrd. bis 18,5 Mrd. Euro pro Jahr entspricht (WKÖ, 2022). Dadurch werden jedoch auch positive volkswirtschaftliche Effekte ausgelöst, nämlich heimische Wertschöpfungseffekte von durchschnittlich 2,4 % des BIP pro Jahr sowie rund 70.000 Arbeitsplätze, die im Schnitt pro Jahr gesichert oder neu geschaffen werden. Gleichzeitig ergibt sich ein Ausgabenrückgang beim Import fossiler Energieträger und somit eine Reduktion der Importabhängigkeit.

Auch langfristig kann sich die Transformation zur Klimaneutralität positiv auf die Volkswirtschaft auswirken, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend gesetzt werden. So zeigen makroökonomische Modellanalysen (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.²⁵ Voraussetzung dafür ist eine umfassende Strategie, die die Weichen in Industrie, Energieversorgung, Verkehr und im 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 1.5.5.1). Innovative und international erfolgreiche Unternehmen produzieren zum Beispiel Energiespeicher für Mobilität und Gebäude sowie Wärmepumpen und andere Komponenten für

²⁴ 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.

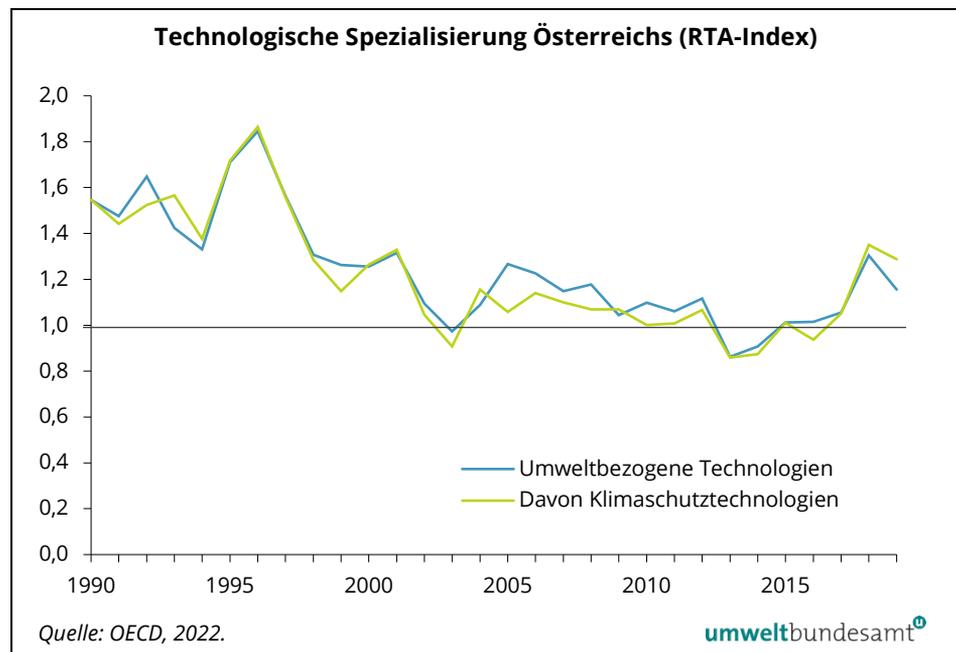
²⁵ Dabei wird ein Szenario, in dem das neue EU-Ziel zur Treibhausgas-Emissionsreduktion für 2030 von minus 55 % gegenüber 1990 eingehalten wird, mit einem Szenario verglichen, in dem das frühere EU-Ziel für 2030 von minus 40 % gegenüber 1990 eingehalten wird.

Niedrigstenergiehäuser. Sie betreiben Bioraffinerien, suchen neue Geschäftsmodelle im Recycling oder erforschen die industrielle Nutzung von erneuerbar erzeugtem Wasserstoff.

Österreichs Innovationsperformance

Auch dürfte sich beim längerfristig beobachtbaren Rückgang des österreichischen Innovationsvorsprungs bei Umwelt- und Klimaschutztechnologien seit Mitte der 2010er Jahre eine Trendwende abzeichnen. Abbildung 12 zeigt Österreichs Spezialisierung in umweltbezogenen sowie Klimaschutztechnologien seit 1990 in Form des sogenannten Index of Revealed Technological Advantage (RTA-Index, siehe OECD 2013).²⁶ 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. Im Jahr 2019 lag Österreichs RTA-Index bei Klimaschutztechnologien²⁷ mit einem Wert von knapp 1,3 zum ersten Mal seit den frühen 1990er Jahren wieder deutlich über den umweltbezogenen Technologien insgesamt (1,15). Eine 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 12: Relativer Anteil österreichischer Patentanmeldungen in Umwelt- und Klimaschutztechnologien in Österreich im weltweiten Vergleich, seit 1990.



²⁶ 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.

²⁷ **Klimaschutztechnologien** nach OECD (2020) umfassen die Bereiche Energieerzeugung, -verteilung und Speicherung; Verkehr; Gebäude; Abwasser- und Abfallbehandlung; Herstellung und Verarbeitung von Gütern; Informations- und Kommunikationstechnologien sowie CO₂-Abscheidung, -Speicherung, -Sequestrierung oder Entsorgung.

Österreichs ökosoziale Steuerreform

Der Politik kommt die Aufgabe zu, durch die Einführung entsprechender Rahmenbedingungen die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft missionsorientiert und breitflächig in Gang zu bringen. Dafür wurde in Österreich am 3. Februar 2022 ein zentraler Meilenstein gelegt, indem die ökosoziale Steuerreform im Bundesrat verabschiedet wurde. Die zwei Hauptziele, die die Bundesregierung damit verfolgt, sind:

- die Einführung einer CO₂-Bepreisung inklusive Ausgleichszahlungen,
- eine Reduktion der Abgabenbelastung.²⁸

Die CO₂-Bepreisung ist das Kernelement der ökologischen Steuerreform. Der Verbrauch fossiler Energieträger soll durch steigende Preise unattraktiver werden, klimafreundliche Alternativen attraktiver. Dieses Preissignal soll das Kalkül von Konsument:innen und Unternehmer:innen nachhaltig ändern und Anreize für klimafreundliches Verhalten in Konsum und Produktion schaffen. Sogenannte Inverkehrbringer:innen, also Verkäufer:innen von fossilen Energien, wie z. B. Mineralöl- oder Gaslieferunternehmen, werden die CO₂-Bepreisung abführen. Eine Weitergabe an die Brennstoff-Verbrauchenden ist aber zu erwarten.

Die österreichische CO₂-Bepreisung ist in zwei Phasen eingeteilt. Die erste Phase (Juli 2022–2025) ist eine Fixpreisphase mit Preisstabilitätsmechanismus,²⁹ die zweite Phase ab 2026 ist eine Marktphase mit nationalem CO₂-Zertifikatehandelssystem. Bepreist werden dabei alle Sektoren außerhalb des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) – also die Sektoren Gebäude- und Raumwärme, Verkehr und Landwirtschaft, aber auch Industrie und Gewerbe außerhalb des EU ETS. Das Ziel dabei ist die Senkung der CO₂-Emissionen außerhalb des EU ETS. Der Einstieg in die CO₂-Bepreisung erfolgt anhand eines CO₂-Preispfades, der sich am wichtigen Handelspartner Deutschland orientiert. Im Oktober 2022 startet der Preis bei 30 Euro pro Tonne CO₂ und steigt dann bis zum Jahr 2025 auf 55 Euro pro Tonne CO₂ an. Ab dem Jahr 2026 soll in der Marktphase eine freie Preisbildung erfolgen, unter Berücksichtigung der Entwicklungen auf europäischer Ebene.

umfassendes Entlastungspaket

Neben der CO₂-Bepreisung beinhaltet die ökosoziale Steuerreform ein umfassendes Entlastungspaket. Für die Jahre 2022–2025 beläuft es sich in Summe auf etwa 18 Mrd. Euro für Unternehmen und Haushalte (BMF, 2022). Neben u. a. einer Senkung der Lohn- und Einkommensteuer für mittlere (ab 2022) und höhere Einkommen (ab 2023), einer Senkung der Körperschaftsteuer, einem erhöhten Investitionsfreibetrag für ökologische Investitionen sowie einer Erhöhung von Familien- und Sozialversicherungsbonus gibt es eine europaweit einzigartige Rückvergütung der Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung für Haushalte über einen regionalen Klimabonus. Der Klimabonus beträgt im Jahr

²⁸ Im Jahr 2020 betrug die Abgabenquote in Österreich laut Statistik Austria 42,6 %. Österreich liegt damit leicht über der Abgabenquote der Eurozone (19) von 41,1 %. Sie setzt die Einnahmen aus Steuern und Abgaben in Relation zum BIP.

²⁹ Stabilisierungsmechanismus: Steigen im Vorjahr die fossilen Energiepreise um mehr als 12,5 %, kann die Erhöhung im CO₂-Pfad gedämpft werden. Sinken die Preise im Vorjahr, so kann die Preiserhöhung angehoben werden.

2022 insgesamt 500 Euro – ein gegenüber dem ursprünglich geplanten Modell aufgrund der Teuerung im Juni 2022 deutlich aufgestockter Betrag – und wird an alle in Österreich lebenden Personen ausbezahlt. Kinder erhalten die Hälfte. Ab dem Jahr 2023 wird er entsprechend der Verfügbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel sowie der Siedlungsdichte regional gestaffelt ausbezahlt. Die Höhe des Klimabonus für die Jahre 2023 bis 2025 wird noch festgelegt. Vor seiner Erhöhung im Jahr 2022 wurde in Summe für die Periode 2022 bis 2025 mit etwa 5,6 Mrd. Euro an Aufwendungen für den Klimabonus gerechnet (BD, 2022). Kompensationen sind für Unternehmen u. a. in Form der Carbon-Leakage Regelung (zur Vermeidung einer Verlagerung der Produktion), der Härtefallregelung und für die Land- und Forstwirtschaft vorgesehen. Insgesamt waren vor der Aufstockung des Klimabonus für die Periode 2022 bis 2025 Kompensationszahlungen von 975 Mio. Euro veranschlagt (Nationales Emissionszertifikatehandelsgesetz, NEHG 2022).

***stetig steigender
CO₂-Preis***

Die CO₂-Bepreisung führt einer Modellrechnung des Umweltbundesamtes zufolge im Jahr 2025 zu einer Reduktion der österreichischen CO₂-Emissionen in den Sektoren außerhalb des EU ETS um 4,5 %. Eine Modellrechnung des WIFO weist bei einer Bepreisung von 55 Euro pro Tonne CO₂ über einen 20-jährigen Simulationshorizont bis in die frühen 2040er Jahre eine gesamtwirtschaftliche Reduktion der CO₂-Emissionen um 6,1 % aus (WIFO, 2022). Langfristig sollte die Höhe der CO₂-Bepreisung so angepasst werden, dass keine Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung mehr kompensiert werden müssen – da auch keine Einnahmen mehr lukriert werden, wenn kein CO₂ emittiert wird – wenn genügend leistbare klimafreundliche Alternativen vorhanden sind und auch genutzt werden.

Die Bepreisung von CO₂ ist – neben anderen politischen Instrumenten, wie zum Beispiel Förderungen oder ordnungspolitischen Maßnahmen – einer der entscheidenden Schritte für die Transformation zu einer klimaneutralen Wirtschaft, über den unter Expert:innen große Einigkeit herrscht (IPCC, 2018, Umweltbundesamt, 2019c). Durch die Bepreisung von CO₂ müssen die gesellschaftlichen Kosten, die durch die Nutzung von fossilen Brennstoffen entstehen – wie Klima- und Gesundheitsschäden – von den Verursacher:innen selbst getragen werden. Die resultierende Kostenwahrheit im Sinne des Verursacherprinzips soll eine volkswirtschaftlich sinnvolle und vor allem schonende Nutzung von Naturgütern gewährleisten. Ein adäquates Niveau der CO₂-Bepreisung ist dafür ein zentraler Faktor. Um Österreichs Klimaziele zu erreichen, sollte der derzeit bis 2025 festgelegte Preis pro Tonne CO₂ danach stetig weiter ansteigen.

***Ausgestaltung eines
nationalen Zertifikate-
handelssystems***

In der Ausgestaltung eines nationalen CO₂-Zertifikatehandelssystems für Sektoren außerhalb des EU ETS, wie es für Österreich ab 2026 vorgesehen ist, gilt es zu beachten, dass die Verteilung der Zertifikate anhand (öffentlich) klar nachvollziehbarer und transparenter Regeln erfolgt. Eine Versteigerung der Zertifikate ist dabei der kostenfreien Allokation vorzuziehen, um größtmögliche Anreize für klimafreundliche Investitionen zu setzen (Goeree et al., 2010). Zudem können die resultierenden Einnahmen dazu verwendet werden, unerwünschte Verteilungseffekte auszugleichen.

Innerhalb der nationalen CO₂-Bepreisung gibt es vier Ziele, die einander teilweise ergänzen und teilweise entgegenstehen. Um eine erfolgreiche Implementierung zu gewährleisten, müssen diese integrativ bearbeitet werden. Die vier Ziele sind (1) Zielerreichung, (2) effektiver Umgang mit Preisschwankungen, (3) soziale Treffsicherheit und (4) politische Durchsetzbarkeit (vgl. auch WIFO, 2021).

Primär muss die CO₂-Bepreisung auf die nationale Zielerreichung der CO₂-Neutralität 2040 abzielen. Die Anzahl der zu versteigernden Zertifikate sollte demnach nicht einer rein politischen Entscheidung, sondern vor allem einem wissenschaftlich fundierten Zielerreichungspfad folgen, der die zulässige Zertifikatmenge maßgeblich bestimmt.

**Umgang mit
Preisschwankungen**

Preisschwankungen bei Emissionszertifikaten stellen ein Risiko für langfristige Investitionsentscheidungen zur Dekarbonisierung von Unternehmen dar und sind auch aus sozialer Sicht problematisch, da sie untere Einkommensschichten tendenziell stärker betreffen. Um effektiv mit Preisschwankungen umzugehen, kann ein stabiler und stetig steigender Mindestpreis für CO₂ festgesetzt werden. Dadurch entsteht Sicherheit bezüglich der künftigen Kosten von CO₂-Emissionen bzw. der Nutzung von CO₂-intensiven Rohstoffen – und somit bezüglich der Wirtschaftlichkeit von Investitionen in deren Vermeidung (Schulmeister, 2018). Eine Möglichkeit zur Vermeidung von Preisen unterhalb des Mindestpreises (aufgrund von Wirtschaftskrisen etc.) ist die Etablierung einer Ressourcensteuer. Diese würde den CO₂-Preis falls notwendig, d. h. wenn Marktpreise für CO₂-Zertifikate unter dem Mindestpreis liegen, gegenläufig zu Marktbewegungen anpassen. Liegen die Marktpreise über dem nationalen Mindestpreis, wird die Ressourcensteuer nicht aktiv. Ein Nachteil bei einer solchen Maßnahme ist die methodische Schwierigkeit der Abschätzung „eines“ CO₂-Mindestpreises. Für Österreich liegt eine solche Schätzung derzeit nicht vor, jedoch schlagen STAGL et al. auf Basis einer Analyse für Deutschland (Edenhofer et al., 2019) einen Preiskorridor für den Emissionshandel von 35–180 Euro pro Tonne CO₂ (2020) bis 70–450 Euro pro Tonne CO₂ (2030) vor (Stagl et al., 2020). Preisspitzen können durch gezielte Transfers an besonders betroffene Haushalte und Unternehmen ausgeglichen werden, um soziale Treffsicherheit zu gewährleisten.

Eine alternative Möglichkeit, allfällige Preisschwankungen auszugleichen, ist eine Mengensteuerung. Ein solcher Umgang mit Preisschwankungen wurde im EU ETS im Jänner 2019 mit der Marktstabilitätsreserve (MSR) eingeführt (EK, 2022). Dabei gleicht die Reserve gegenwärtige Überschüsse an Zertifikaten aus, indem Zertifikate nicht versteigert, sondern in die Reserve übertragen werden.

**soziale Treffsicherheit
zentral**

Wie der Widerstand aus der Bevölkerung gegen die Anhebung der CO₂-Steuer in Frankreich zeigte, ist die soziale Treffsicherheit zentral. Nur wenn ein CO₂-Bepreisungssystem die Kosten ökonomisch gerecht verteilt und ökonomische Härtefälle vermeidet, kann die Politik genügend Rückhalt in der Gesellschaft aufbauen, um eine solche Maßnahme erfolgreich zu implementieren (Umweltbundesamt, 2019c, WIFO, 2021). Ökonomisch schwache Haushalte werden grundsätzlich durch CO₂-Bepreisungssysteme stärker belastet, da der Energieverbrauch nicht proportional mit dem Einkommen steigt. Steigende

Produktpreise aufgrund der Weitergabe von steigenden Produktionskosten an Konsument:innen verstärken die regressive Verteilungswirkung (WIFO, 2021). Die Einnahmen aus der CO₂-Bepreisung sollten daher zum Ausgleich dieser unerwünschten Verteilungswirkungen eingesetzt werden.

Um die politische Durchsetzbarkeit der CO₂-Bepreisung zu erreichen, sind zudem transparente und integrative Maßnahmen und Entscheidungsprozesse förderlich (WIFO, 2021). Es ist von zentraler Bedeutung, die Bevölkerung durch direkt-demokratische Prozesse, wie etwa Bürger:innenräte, miteinzubinden, um verschiedene Sichtweisen innerhalb der Bevölkerung zu vereinen und die gesellschaftliche Spaltung in der Klimafrage zu verringern (Heinisch und Hauser, 2015). Bürger:innenräte können zudem einen Gegenpol zur Vertretung von wirtschaftlichen Interessen im Zentrum der politischen Landschaft darstellen (Brand et al., 2014). Der österreichische Klimarat aus zufällig ausgewählten Bürgerinnen und Bürgern, der im Juli 2022 93 Empfehlungen zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 vorgelegt hat, trägt dem Rechnung.

**Abschaffen
umweltkontra-
produktiver
Subventionen**

Neben der CO₂-Bepreisung birgt in Österreich auch das Abschaffen umweltkontraproduktiver Subventionen noch großes Potenzial für eine klimafreundlichere Ausgestaltung des Steuer- und Förderwesens. Das Volumen dieser Subventionen wurde mit 3,8–4,7 Mrd. Euro pro Jahr beziffert (Durchschnitt der Jahre 2010–2013) (WIFO, 2016). Etwa 53 % davon entfallen auf den Verkehr, 37 % auf die Energiebereitstellung und -nutzung und 10 % auf den Bereich Wohnen. Eine Aktualisierung dieser Studie ist derzeit in Arbeit, sie soll im Sommer 2022 veröffentlicht werden.

1.5.5.1 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 entwickelte, international konsistent definierte Klassifikation umweltrelevanter Wirtschaftsaktivitäten (EUROSTAT, 2009). Sie umfasst die Herstellung von Gütern, Technologien und Dienstleistungen, die Umweltschäden vermeiden und natürliche Ressourcen erhalten.

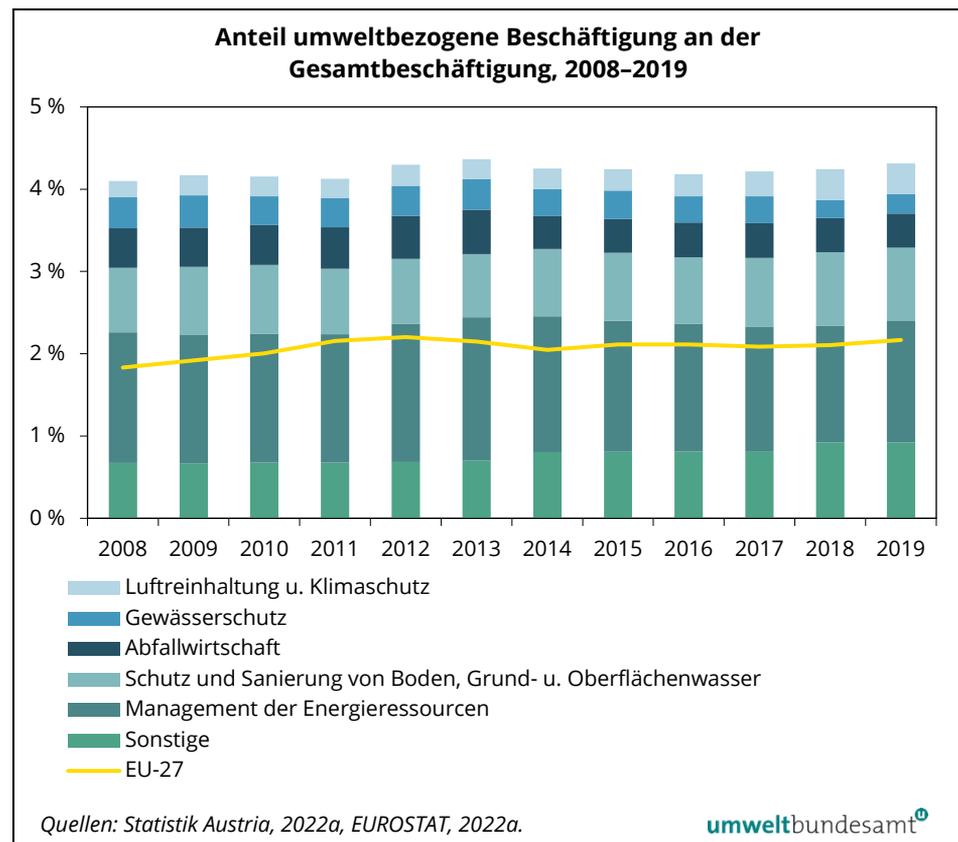
Im Jahr 2019 waren in Österreich im Sektor „umweltorientierte Produktion und Dienstleistung“ insgesamt 195.751 Menschen beschäftigt und es wurde eine Wertschöpfung von 16,8 Mrd. Euro erwirtschaftet. Gegenüber 2018 war das ein Wertschöpfungsplus von 1,4 % und eine Beschäftigungszunahme von 2,8 %. Unter Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs, der gemäß internationalen Vorgaben nicht als Teil der umweltorientierten Produktion und Dienstleistung ausgewiesen wird, waren im Jahr 2019 225.947 Personen in der Umweltwirtschaft tätig (Statistik Austria, 2022e).³⁰

³⁰ Daten für 2020 noch nicht verfügbar.

**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 der umweltbezogenen Wertschöpfung 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 2019 ca. 4,3 % der Beschäftigten in der Umweltwirtschaft tätig waren, lag der entsprechende Anteil in den EU-27 bei 2,2 % (siehe Abbildung 13). Auch 4,2 % der gesamten Wertschöpfung entfielen 2019 in Österreich auf die Umweltwirtschaft, verglichen mit rund 2,3 % in den EU-27 (EUROSTAT, 2022a).

Abbildung 13:
Anteil der Beschäftigung
im Sektor umwelt-
orientierte Produktion
und Dienstleistungen seit
2008, Österreich und EU.



Nach Umweltschutz- und Ressourcenmanagement-Aktivitäten³¹ gegliedert, ist das Management der Energieressourcen mit Abstand der bedeutendste Umweltbereich in Österreich (siehe Abbildung 13). Im Jahr 2019 waren ca. 1,5 % aller Beschäftigten in diesem Bereich tätig, davon knapp die Hälfte in der

³¹ **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, CReMA): Wassermanagement, Forstmanagement, natürlicher Pflanzen- und Tierbestand, Management der Energieressourcen, Management mineralischer Rohstoffe, F&E sowie sonstige Aktivitäten.

Produktion erneuerbarer Energie und die andere Hälfte in den Bereichen Wärme-/Energieeinsparung und -Management. Weitere wichtige Umweltbereiche sind 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 und exportorientiert und wachsen schnell. 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).

1.5.5.2 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.

***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: Der Top-Down-Methode des Wegener Center der Universität Graz (Steininger et al., 2018) zufolge lagen die konsumbasierten Emissionen Österreichs im Zeitraum 1997–2011 um ca. 50–60 % über den territorialen Emissionen. 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.³² 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.

Ordnet man die konsumbasierten Emissionen Österreichs geografisch zu, so entsteht rund ein Drittel der durch die österreichische Endnachfrage weltweit ausgelösten Emissionen innerhalb der EU (EU-27 plus Großbritannien). Ein weiteres Drittel fällt außerhalb der EU an, vorwiegend in China, Russland und den USA (Steininger et al., 2018). Der Rest stammt aus dem Inland.

**nachfrageseitige
Maßnahmen**

Die Diskrepanz zwischen konsum- und produktionsbasierten Emissionen zeigt, dass effektive Maßnahmen zur Reduktion von Österreichs globalen Emissionen auch auf der Nachfrageseite ansetzen müssen, bei Konsumverhalten und Energieverbrauch. Dem 6. Sachstandsbericht des IPCC zufolge können nachfrageseitige Maßnahmen und neue Wege der Erbringung von Dienstleistungen die THG-Emissionen in den Endnachfragesektoren Lebensmittelversorgung, Industrie, Verkehr, Gebäude und Stromerzeugung global gesehen um 40–70 % verringern (IPCC, 2022a). Solche nachfrageseitigen Strategien zur Emissionsminderung zielen zum einen auf sozio-kulturelle Faktoren wie individuelle Verhaltensweisen und soziale Normen ab. Hier kann beispielsweise durch Bewusstseinsbildung eine Verschiebung sozialer Präferenzen bewirkt werden, sodass nachhaltige Lebensstile besser bewertet werden als kurzfristig orientierte, ressourcenintensive Konsumgewohnheiten. Zum anderen umfassen nachfrageseitige Maßnahmen auch die Bereitstellung von infrastrukturellen und technologischen Optionen, die klimafreundliche Alternativen zum Status Quo ermöglichen. So sind Preissignale im Inland, etwa durch die ökosoziale Steuerreform ausgelöst, nur in Kombination mit bewusstseinsbildenden Maßnahmen und der Verfügbarkeit von Umstiegsmöglichkeiten umfassend

³² Im Unterschied dazu waren die Verursacherbranchen der produktionsbasierten bzw. territorialen Emissionen im Jahr 2011 primär die Stromerzeugung, die Herstellung von Eisen und Stahl sowie die Herstellung von nichtmetallischen Mineralstoffen (Zement, Kalk, Glas, Keramik).

wirksam. Um beispielsweise im Verkehr eine deutliche Reduktion von Flugreisen und motorisiertem Individualverkehr zu erreichen, bedarf es neben der Verschiebung sozialer Normen hin zu einer neuen Mobilitätskultur mit stärkerer Nutzung von Telework-Modellen, Car-Sharing, Rad- und Bahnverkehr auch der Schaffung eines entsprechenden regulatorischen Rahmens sowie des Ausbaus der physischen und technologischen Infrastruktur dafür.

2 STATUS DER ÖSTERREICHISCHEN TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN

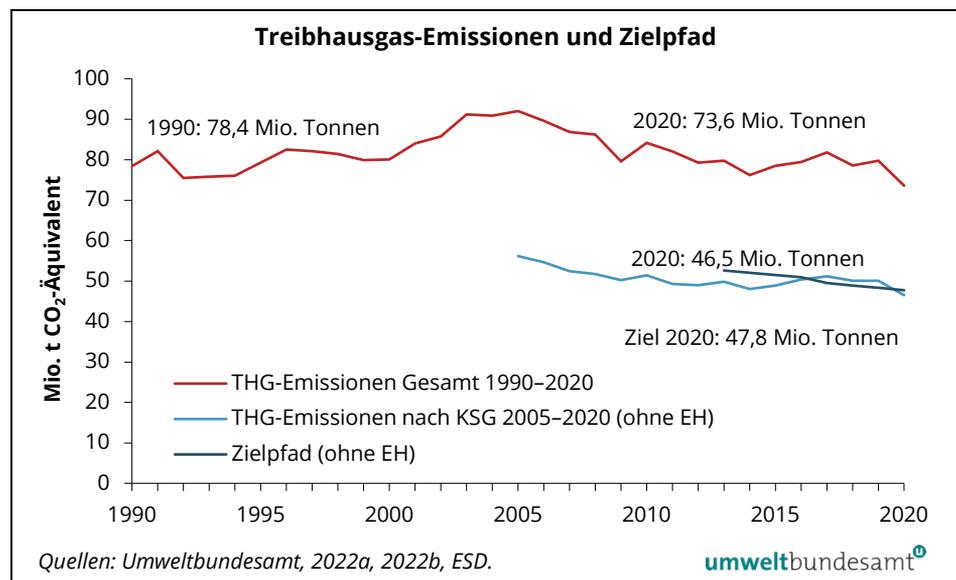
aktuelle Daten aus dem Jahr 2020

Das Jahr 2020 ist das aktuellste Jahr, für welches derzeit qualitätsgeprüfte Inventurdaten vorliegen. Es ist das achte und letzte Jahr, welches sowohl der zweiten Verpflichtungsperiode unter dem Kyoto-Protokoll³³ als auch 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).

73,6 Mio. Tonnen Treibhausgas im Jahr 2020

Im Jahr 2020 wurden insgesamt 73,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent Treibhausgase emittiert. Gegenüber 2019 bedeutet das eine Abnahme um 7,7 % bzw. 6,1 Mio. Tonnen. Im Vergleich zu 1990 sanken die Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2020 um 6,2 % bzw. 4,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

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



Rückgang gegenüber dem Vorjahr wegen Pandemie

Das Jahr 2020 wurde geprägt durch die globale Corona-Pandemie mit resultierenden epidemiologischen Schutzmaßnahmen und tiefgreifenden Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft. Das Bruttoinlandsprodukt sank im Vergleich zum Vorjahr 2019 um rund 6,7 %, was den Rückgang im Rahmen der Finanzkrise im Jahr 2009 (mit -3,8 %) nochmals deutlich übertraf.

³³ 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 am 28. Oktober 2020 in Kraft getreten und somit völkerrechtlich verbindlich (siehe auch Kapitel 1.3).

Gegenüber dem Vorjahr 2019 verzeichneten alle Sektoren Rückgänge. Die Auswirkungen der Pandemie waren vor allem in den Sektoren Verkehr mit einem Einbruch der Fahrleistungen und damit verbundenen Rückgängen der Treibstoffverbräuche (Diesel: -11 %, Benzin: -17 %) sowie der Eisen- und Stahlproduktion sichtbar. Der Ausstieg aus der Kohleverstromung und der Rückgang der Stromproduktion in Erdgas-Kraftwerken wirkte sich ebenso emissionsmindernd aus.

***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. Abgesehen vom Krisenjahr 2020 war der tendenzielle Anstieg der Emissionen seit 2014 unter anderem auf niedrige Preise für fossile Energie, eine gute konjunkturelle Entwicklung und die fehlende Umsetzung neuer, wirksamer Klimaschutzmaßnahmen zurückzuführen. Auch konnte das hohe Wirtschaftswachstum nicht vom Einsatz fossiler Energieträger entkoppelt werden (siehe auch Abbildung 22).

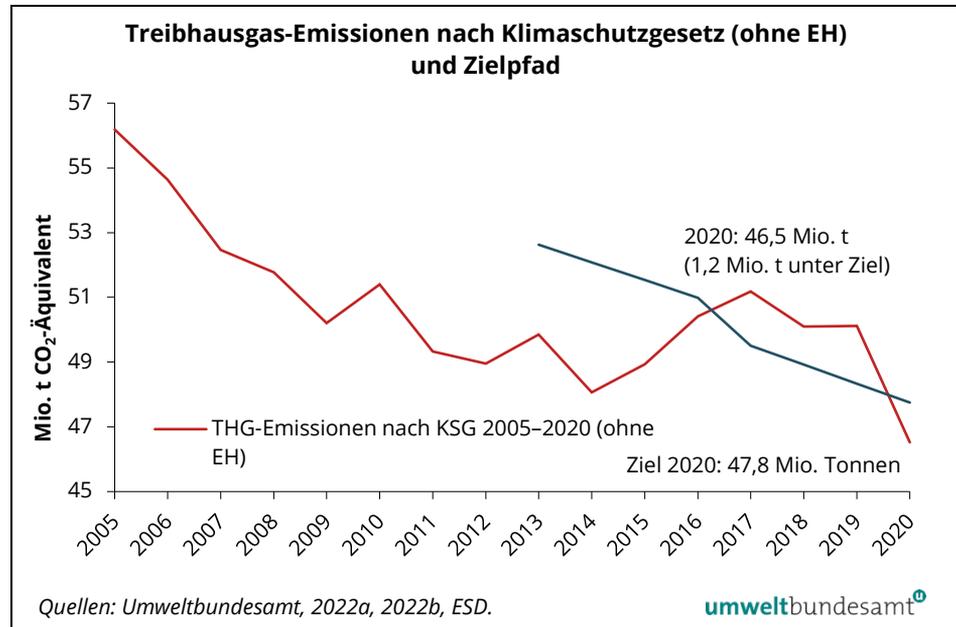
***Einhaltung der
EU-Vorgaben***

Die Wirtschaftssektoren und Anlagen, die nicht dem Europäischen Emissionshandel (EH) unterliegen, emittierten im Jahr 2020 rund 46,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Die erlaubte nationale Emissionshöchstmenge gemäß der Europäischen Entscheidung zur Lastenverteilung (ESD) wurde somit wieder seit dem Jahr 2016 unterschritten. Die Abweichung für das Jahr 2020 (47,8 Mio. Tonnen) lag bei 1,2 Mio. Tonnen.

Durch den pandemiebedingten deutlichen Emissionrückgang im Jahr 2020 und die nicht genutzten Emissionsrechte in den Jahren 2013–2016 konnte die Zielerreichung über die gesamte Verpflichtungsperiode sichergestellt werden.

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)
2005–2020 und Zielpfad
2013–2020.



2.1 Anteil und Trend der Sektoren

Hauptverursacher inklusive Emissionshandel

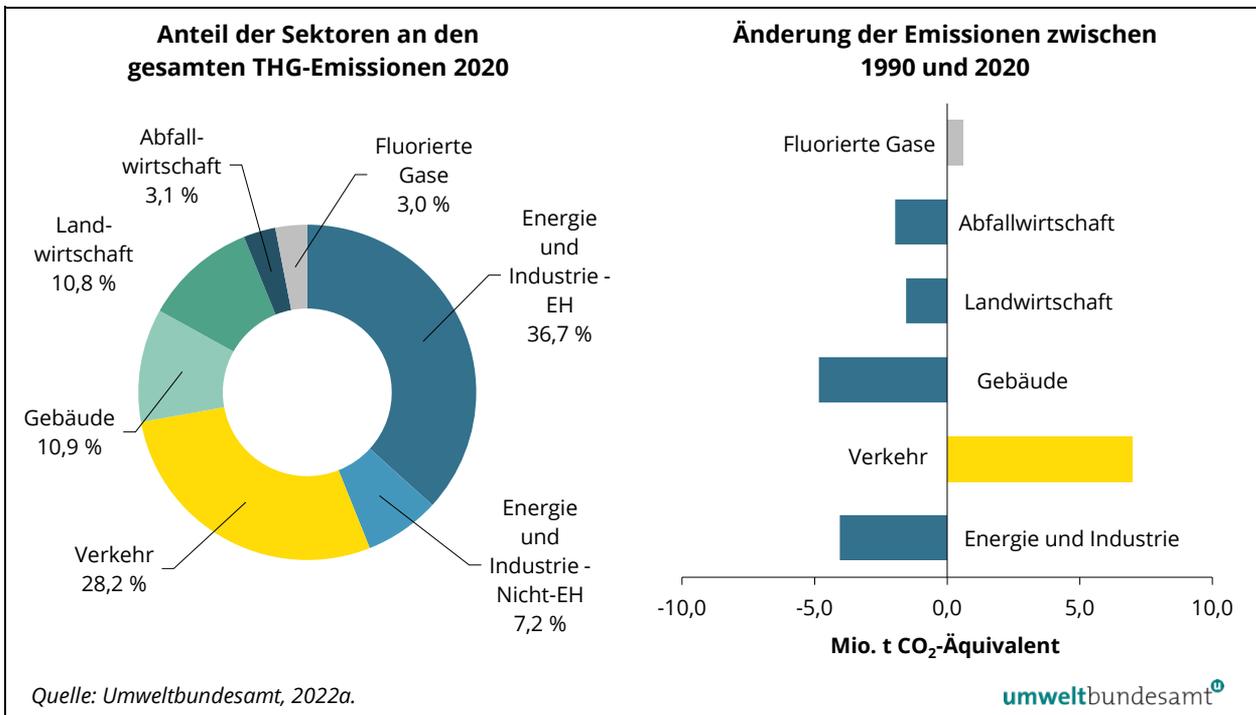
Die wesentlichen Verursacher der österreichischen Treibhausgas-Emissionen (inkl. Emissionshandel) waren im Jahr 2020 die Sektoren Energie und Industrie (44,0 %, darunter 7,2 % Anlagen außerhalb des Emissionshandels), Verkehr (28,2 %), Gebäude (10,9 %) sowie Landwirtschaft (10,8 %). Diese Sektoren sind für rund 93,9 % 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 7,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 50,7 %. Die Emissionen von Fluorierten Gasen (+0,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. +35,1 %) haben im selben Zeitraum ebenfalls, jedoch auf deutlich niedrigerem Niveau, zugenommen.

Die Emissionen des Sektors Gebäude sind von 1990 bis 2020 um 4,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (-37,5 %) gesunken, der Treibhausgas-Ausstoß des Sektors Energie und Industrie hat um 4,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (bzw. -11,1 %) abgenommen. Auch in den Sektoren Abfallwirtschaft (-2,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -46,5 %) und Landwirtschaft (-1,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -16,3 %) sind die Treibhausgas-Emissionen zurückgegangen.

Abbildung 16: Anteil der Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2020 (inklusive Emissionshandel) und Änderung der Emissionen zwischen 1990 und 2020.



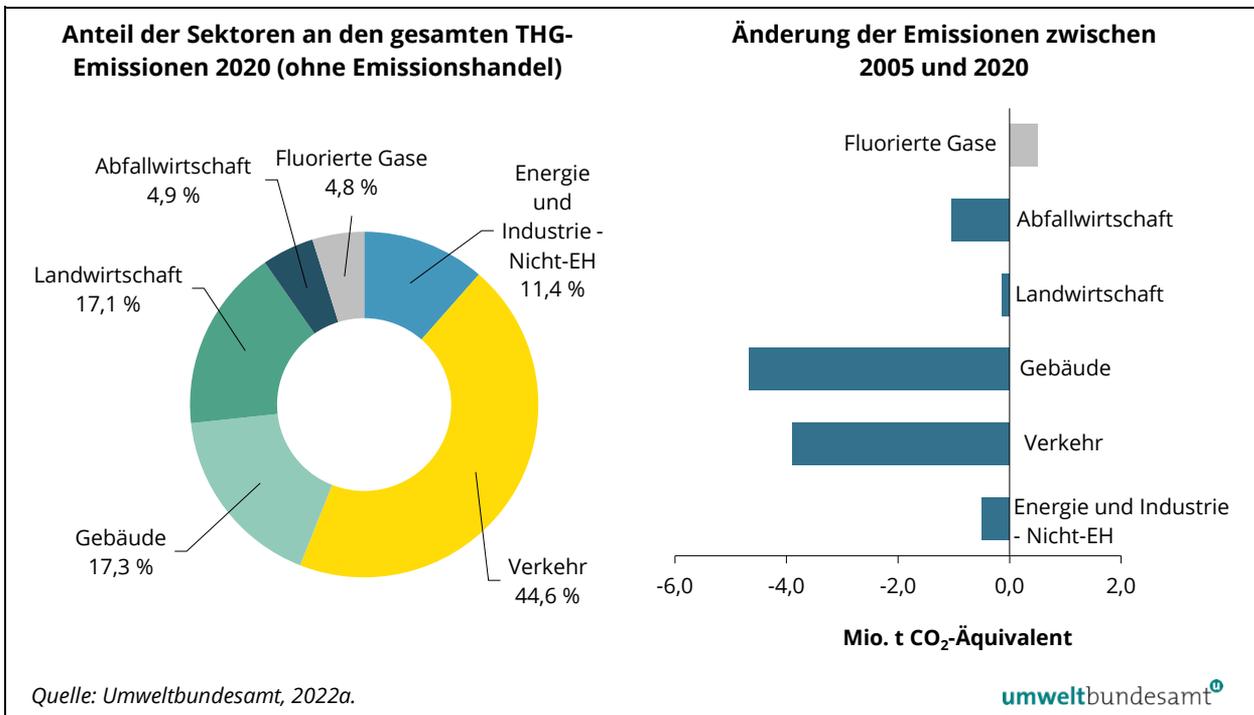
Hauptverursacher ohne Emissionshandel

Die wichtigsten Verursacher von Treibhausgas-Emissionen (**ohne Emissionshandel**) waren 2020 die Sektoren Verkehr (44,6 %), Gebäude (17,3 %), Landwirtschaft (17,1 %) sowie Energie und Industrie (11,4 %). Hierbei ist anzumerken dass speziell die Entwicklung im Verkehr massiv von der Coronakrise beeinflusst wurde und daher nur bedingt repräsentativ bzw. nachhaltig ist.

Trend seit 2005 ohne Emissionshandel

Die größten Reduktionen der Treibhausgas-Emissionen seit 2005 (ohne EH) verzeichneten die Sektoren Gebäude (-4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -36,7 %), Verkehr (-3,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -15,8 %), Abfallwirtschaft (-1,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -31,6 %). Einen leichten Rückgang gab es auch im Sektor Energie und Industrie ohne Emissionshandel (-0,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -8,4 %) und in der Landwirtschaft (-0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. -1,6 %). Im Sektor Fluorierte Gase kam es von 2005 bis 2020 zu einer Emissionszunahme (+0,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. +39,2 %).

Abbildung 17: Anteil der Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2020 (ohne Emissionshandel) und Änderung der Emissionen zwischen 2005 und 2020.



2.2 Abweichung von Höchstmengen gemäß EU ESD und nationalem Klimaschutzgesetz

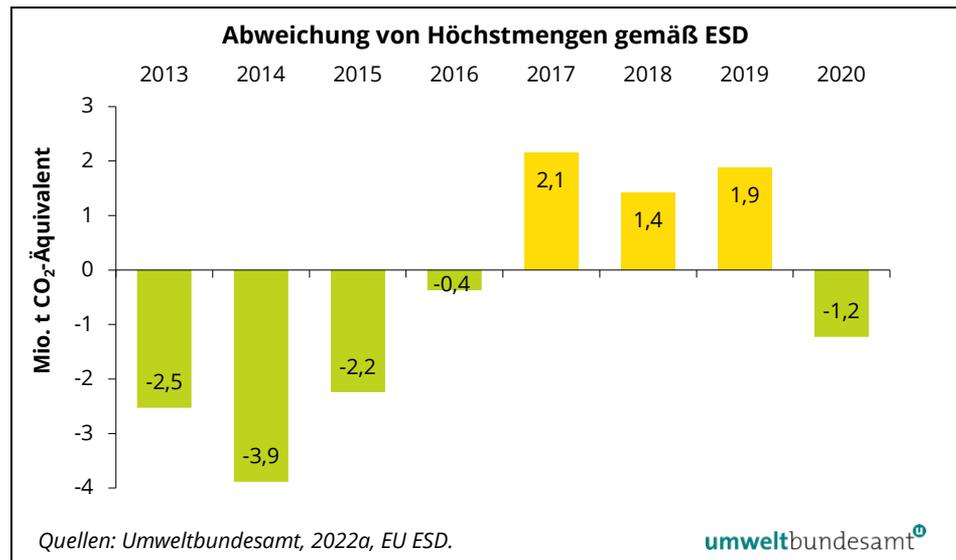
Für die Jahre 2013–2020 gelten für die Emissionen außerhalb des Emissionshandels nationale Höchstmengen gemäß EU ESD (Effort-Sharing-Entscheidung 406/2009/EG) und dem nationalen Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr 106/2011 i.d.g.F).

**pandemiependingt
Höchstmenge um
1,2 Mio. Tonnen
unterschritten**

Die Summe der Treibhausgas-Emissionen außerhalb des Emissionshandels lag 2020 mit rund 46,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent um etwa 1,2 Mio. Tonnen unter der für 2020 gültigen Höchstmenge von 47,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und aufgrund der Corona-Pandemie erstmals wieder seit 2016 unter dem jährlichen Zielwert (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).³⁴ In Summe wurde im Zeitraum 2013–2016 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 Jahr 2020 noch 2,9 Mio. Tonnen zur Verfügung stehen, wobei der Zielwert im Jahr 2020 und somit auch über die gesamte Zielperiode 2013–2020 unterschritten wurde.

Abbildung 18:
Abweichungen der
Höchstmengen
2013–2020 gesamt
gemäß ESD³⁴.



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.

**sektorale
Höchstmengen nur
teilweise eingehalten**

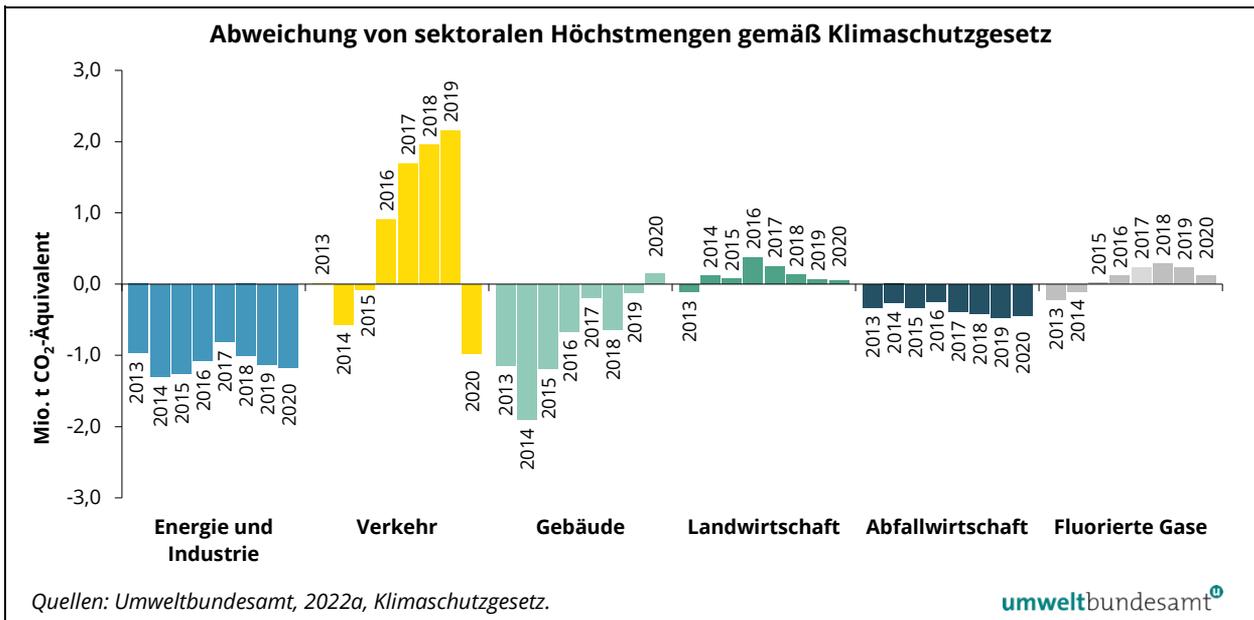
Coronabedingt kam es im Sektor Verkehr im Jahr 2020 zu einer deutlichen Reduktion der THG-Emissionen und somit erstmals seit dem Jahr 2015 wieder zu einer sektoralen Unterschreitung des jährlichen Zielwertes (-1,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent).

³⁴ 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) und (EU) 2021/1876) 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.

Im Sektor Landwirtschaft wurden die Höchstmengen in den vergangenen Jahren ebenfalls leicht überschritten. In den Jahren 2016 bis 2020 lagen auch die Emissionen aus dem Sektor Fluorierte Gase geringfügig über dem Zielwert. Im Sektor Gebäude wurden die Höchstmengen erstmals im Jahr 2020 überschritten (siehe Abbildung 19).

Die größte sektorale Übererfüllung trat 2020 im Sektor Energie und Industrie auf (-1,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent), gefolgt vom Sektor Abfallwirtschaft (-0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent).

Abbildung 19: Abweichungen von den sektoralen Höchstmengen 2013–2020 gemäß Klimaschutzgesetz.



Die folgende Tabelle zeigt die sektoralen Emissionen der Jahre 2005–2020 (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 2005–2020 in der Einteilung der KSG-Sektoren für die Periode 2013–2020 ohne EH und Zielwert für 2020 nach KSG und EU ESD (in Mio. t CO₂-Äquivalent; Werte gerundet) (Quellen: Umweltbundesamt, 2022a, Klimaschutzgesetz).

Sektor	Inventur									Zielwert KSG
	2005	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020
Energie und Industrie (Nicht-EH)	5,8	6,0	5,6	5,6	5,7	5,9	5,6	5,5	5,3	6,5
Verkehr (ohne CO ₂ aus Luftverkehr)*	24,6	22,3	21,7	22,1	23,0	23,7	23,9	24,0	20,7	21,7
Gebäude	12,7	8,9	7,8	8,2	8,4	8,6	7,9	8,1	8,0	7,9
Landwirtschaft	8,1	7,9	8,1	8,1	8,3	8,1	8,0	8,0	7,9	7,9
Abfallwirtschaft	3,3	2,8	2,7	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	2,3	2,7
Fluorierte Gase (ohne NF ₃)*	1,7	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	2,1
Gesamt ohne EH*gemäß KSG	56,2	49,9	48,1	48,9	50,4	51,2	50,1	50,1	46,5	48,8

Sektor	Inventur									Zielwert KSG
	2005	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020
EU ESD Zielpfad gem. Beschluss Nr. 2017/1471/EU		52,6	52,1	51,5	51,0	49,5	48,9	48,3	47,8	
Abweichung zu EU ESD Zielpfad**		-2,5	-3,9	-2,2	-0,4	2,1	1,4	1,9	-1,2	
nationale Gesamtmenge	92,0	79,8	76,2	78,5	79,5	81,8	78,6	79,7	73,6	

* 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 2020) 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-Potenzial³⁵ 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 haben ein Treibhausgas-Potenzial von 11 bis zu 22.800 (immer bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren).³⁶

Die Emissionen dieser Kyoto-relevanten Treibhausgase stellten sich 2020 in Österreich wie folgt dar:

Kyoto-relevante Treibhausgase

Kohlenstoffdioxid (CO₂) nahm 2020 den größten Anteil (84,3 %) 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.

³⁵ Das Treibhausgas-Potenzial ist ein zeitabhängiger Index, mit dem der Strahlungsantrieb eines bestimmten Treibhausgases auf Massenbasis in Relation zum Strahlungsantrieb von CO₂ gesetzt wird.

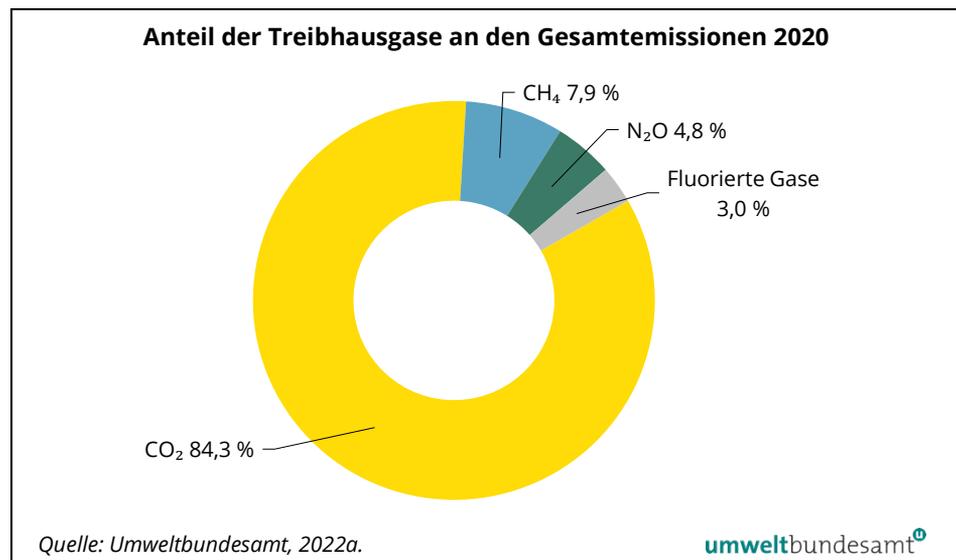
³⁶ Eine vollständige Liste aller Gase, inklusive aller F-Gase, ist im Annex III der FCCC/CP/2011/9/Add.2 zu finden;
<http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a02.pdf>.

Methan (CH₄) ist in Österreich das zweitwichtigste Treibhausgas mit einem Anteil von 7,9 % im Jahr 2020. 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 2020 einen Anteil von 4,8 % 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 2020 in Summe auf 3,0 % 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 2020.



Gründe für den CO₂-Trend

Bedingt durch die Corona-Pandemie liegen die CO₂-Emissionen im Jahr 2020 erstmals seit dem Jahr 1994 wieder unterhalb des Basisjahrs 1990 (-0,2 %). Abgesehen vom Letztjahr wurde jedoch tendenziell vermehrt fossile Energie (insbesondere Erdöl und Erdgas) eingesetzt. Seit 2005 konnte durch Energieeffizienz-Maßnahmen und den Einsatz erneuerbarer Energieträger ein Rückgang erzielt werden. Von 2019 auf 2020 fielen die CO₂-Emissionen coronabedingt um 8,7 %, hauptsächlich im Sektor Verkehr und der Industrie.

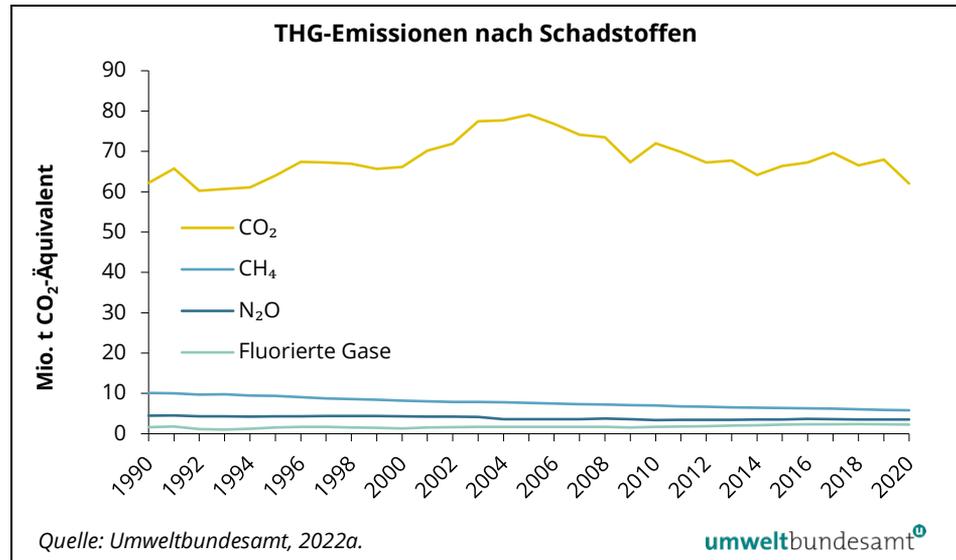
CH₄- und N₂O-Rückgang

Bei den CH₄-Emissionen Österreichs kam es von 1990 bis 2020 zu einem Rückgang um 42 %. Dafür war insbesondere das Ablagerungsverbot von unbehandelten Abfällen mit hohen organischen Anteilen (Deponieverordnung) und der rückläufige Viehbestand verantwortlich.

Für den Rückgang der N₂O-Emissionen um 22,5 % 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 35,1 % angestiegen. Dies ist v. a. auf den vermehrten Einsatz fluorierter Kohlenwasserstoffe als Kälte- und Kühlmittel zurückzuführen.

Abbildung 21:
Treibhausgase nach
Schadstoffen
1990–2020.



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 27,9 % erhöht, ist über den gesamten Zeitraum 1990–2020 jedoch weniger stark gewachsen als das reale Bruttoinlandsprodukt (+61,3 %) (Statistik Austria, 2021a, 2021b; 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. Abfalldeponierung) positiv bemerkbar. Von 2005 bis 2014 war eine Entkoppelung festzustellen – der Energieverbrauch ist trotz des steigenden Bruttoinlandsproduktes (BIP) annähernd konstant geblieben und die Treibhausgas-Emissionen sanken im selben Zeitraum. Seit 2014 kann dies jedoch nicht mehr beobachtet werden. Die

Treibhausgas-Emissionen und der Energieeinsatz weisen denselben Trend auf, wie auch die wirtschaftliche Entwicklung – wenn auch nicht im selben Ausmaß. Im Jahr 2020 waren die Auswirkungen besonders in den Sektoren Verkehr und Industrie spürbar.

Abbildung 22:
Entwicklung der nationalen Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zum Bruttoinlandsenergieverbrauch, zu fossilen Energieträgern und dem BIP, 1990–2020.

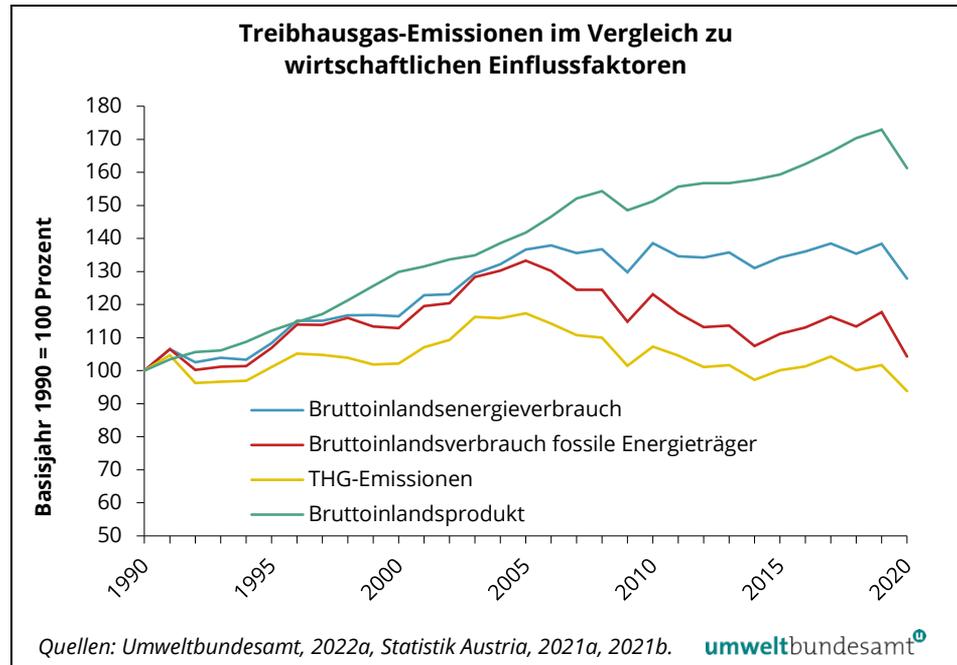


Tabelle 8: Einfluss der Faktoren Bruttoinlandsenergieverbrauch, Bruttoinlandsverbrauch fossile Energieträger und BIP auf die Treibhausgas-Emissionen in Österreich (Quellen: Umweltbundesamt, 2021a, Statistik Austria, 2021a, 2021b).

Jahr	THG-Emissionen (Mio. t CO ₂ -Äquivalent)	Bruttoinlandsenergieverbrauch (PJ)	Bruttoinlandsverbrauch fossile Energieträger (PJ)	BIP (zu konstanten Preisen von 2015, Mrd. Euro)
1990	78,4	1 052,3	834,6	216
2005	92,0	1 438,1	1 112,4	306
2010	84,2	1 458,3	1 027,6	327
2019	79,7	1 456,4	982,2	374
2020	73,6	1 345,6	870,3	348
1990–2020	-6,2 %	27,9 %	4,3 %	61,3 %

Einflussfaktoren auf die Treibhausgas-Emissionen – Komponentenerlegung

Nachfolgend wird die anteilmäßige Wirkung dargestellt, die ausgewählte Einflussgrößen, wie Bevölkerungsentwicklung, Bruttoinlandsprodukt sowie Kohlenstoff-, Energie- und Brennstoffintensitäten und Biomasse, auf die CO₂-Emissionsentwicklung der Energiesektoren in Österreich haben. Für die

Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

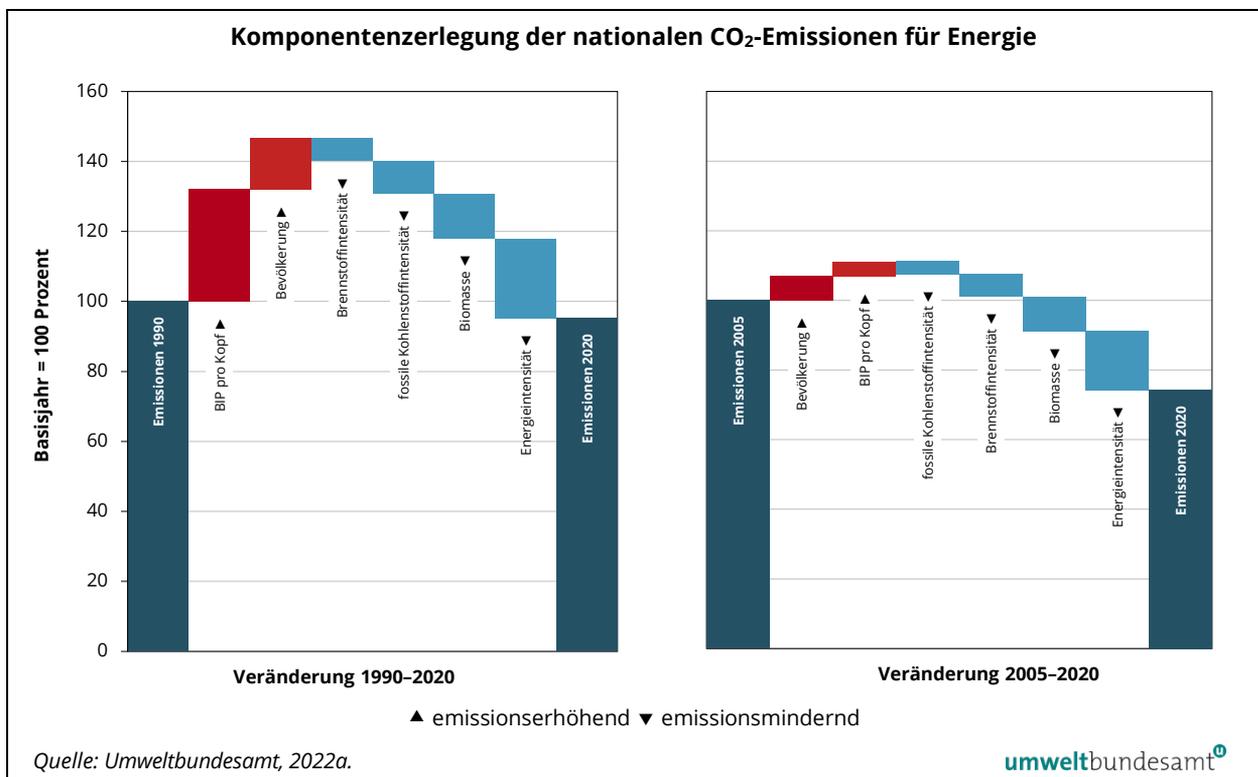
Methodik Mit der Komponentenerlegung wird aufgezeigt, welche Faktoren im betrachteten Zeitraum tendenziell den größten Einfluss auf die Emissionsänderung ausgeübt haben. Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

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 Komponentenerlegung 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.

Abbildung 23: Komponentenerlegung 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. (2020) ergibt.
BIP pro Kopf	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden Wertschöpfung pro Kopf (Preisbasis 2015) von 28.100 Euro (1990) auf 37.200 Euro (2005) und 39.100 Euro (2020) ergibt.
Energieintensität (BIV/BIP)	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Bruttoinlandsenergieverbrauchs (BIV) pro Wertschöpfungseinheit (BIP) von 4,9 Tj/Mio. Euro (1990) auf 4,7 Tj/Mio. Euro (2005) und 3,9 Tj/Mio. Euro (2020) ergibt.
Brennstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des verringerten Brennstoffeinsatzes pro Bruttoinlandsenergieverbrauch (BIV) von 75 % (1990) auf 70 % (2020) 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 (2020) 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 66,5 Tonnen/TJ (2020) ergibt. Der Grund für diese Entwicklung liegt im zunehmenden Einsatz von kohlenstoffärmeren fossilen Brennstoffen (Erdgas) zur Energieerzeugung.

2.5 Emissionen auf Bundesländerebene

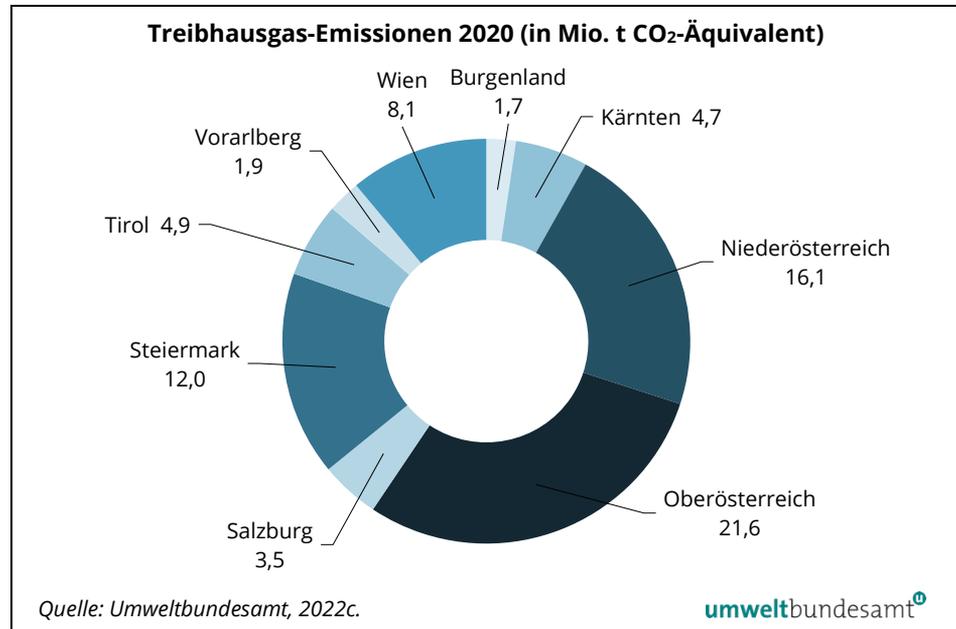
Im Rahmen der Bundesländer Luftschadstoff-Inventur (BLI) werden jährlich in Kooperation mit den Ämtern der Landesregierungen Bundesländer-Emissionsdaten erstellt und jeweils im Oktober publiziert (Umweltbundesamt, 2022c). Für die Darstellung der Emissionsdaten in diesem Kapitel werden vorläufige (nicht veröffentlichte) Daten verwendet.

Die der Regionalisierung dieses Berichts zugrundeliegenden Daten basieren auf der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur (OLI) für die Jahre 1990–2020 (Umweltbundesamt, 2022a).

Anteile der Bundesländer

Im Jahr 2020 betragen die Anteile der Bundesländer an den nationalen Treibhausgas-Emissionen Österreichs für Oberösterreich 29 %, für Niederösterreich 22 %, für die Steiermark 16 %, für Wien 11 %, für Tirol und Kärnten jeweils 6 %, für Salzburg 5 %, für Vorarlberg 3 % und für das Burgenland 2 %.

Abbildung 24:
Treibhausgas-
Emissionen im Jahr 2020
auf Bundesländerebene.



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 wird im Bericht „Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2020“ (Umweltbundesamt, 2022c) zu finden sein.

2.5.1 Sektor Energie und Industrie

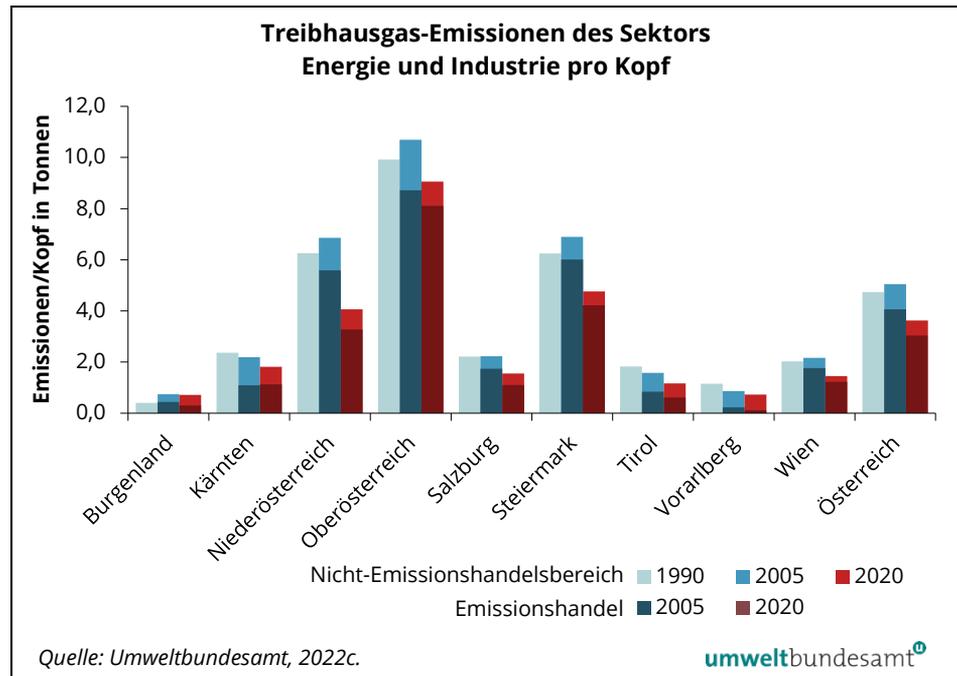
Der überwiegende Anteil der Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie wird von Emissionshandelsbetrieben verursacht (siehe auch Kapitel 3.1.8).

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 Dürnrohr (Stilllegung Kohleverbrennung im August 2019) sowie von Anlagen zur Erdöl- und Erdgasförderung, überdurchschnittliche Pro-Kopf-Emissionen auf. In der Steiermark wurde das Braunkohle-Kraftwerk Voitsberg während des Jahres 2006 stillgelegt.

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

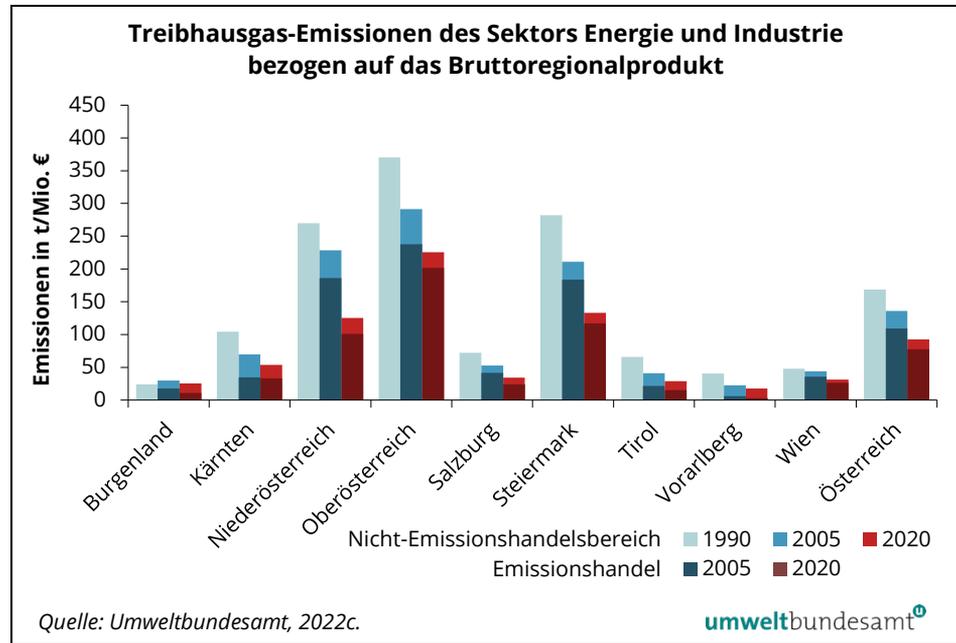


**Bruttoregional-
produkt**

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie haben, gemessen am Bruttoregionalprodukt, in allen Bundesländern mit Ausnahme des Burgenlandes 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 Niederösterreich, Oberösterreich und 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.



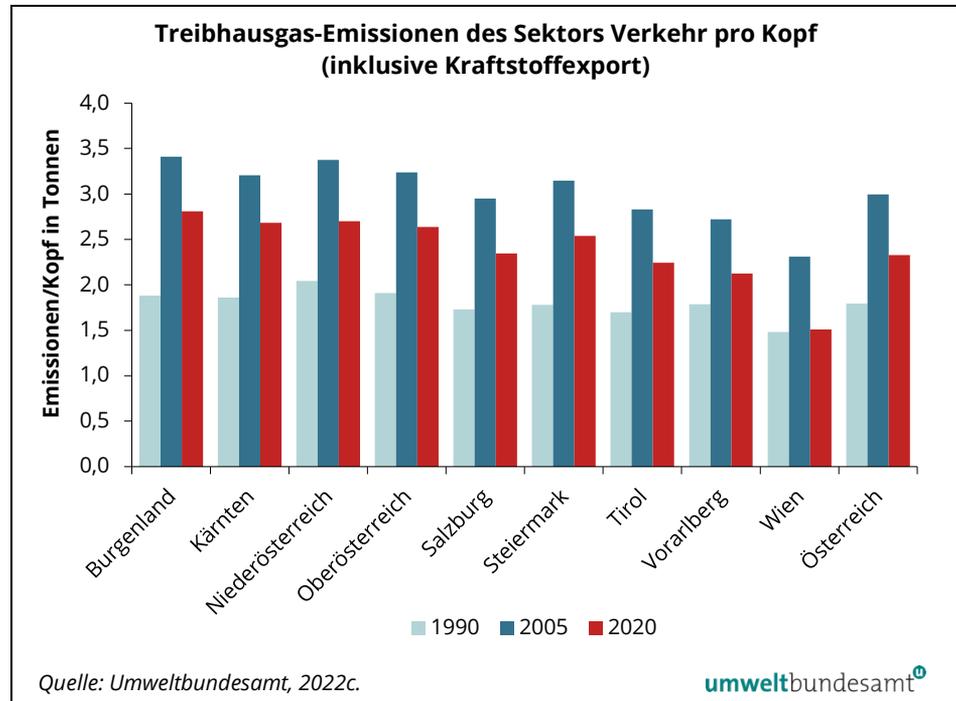
2.5.2 Sektor Verkehr

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).

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. Im Pandemiejahr 2020 sanken in Wien die Pro-Kopf-Emissionen sogar fast auf das Niveau von 1990.

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



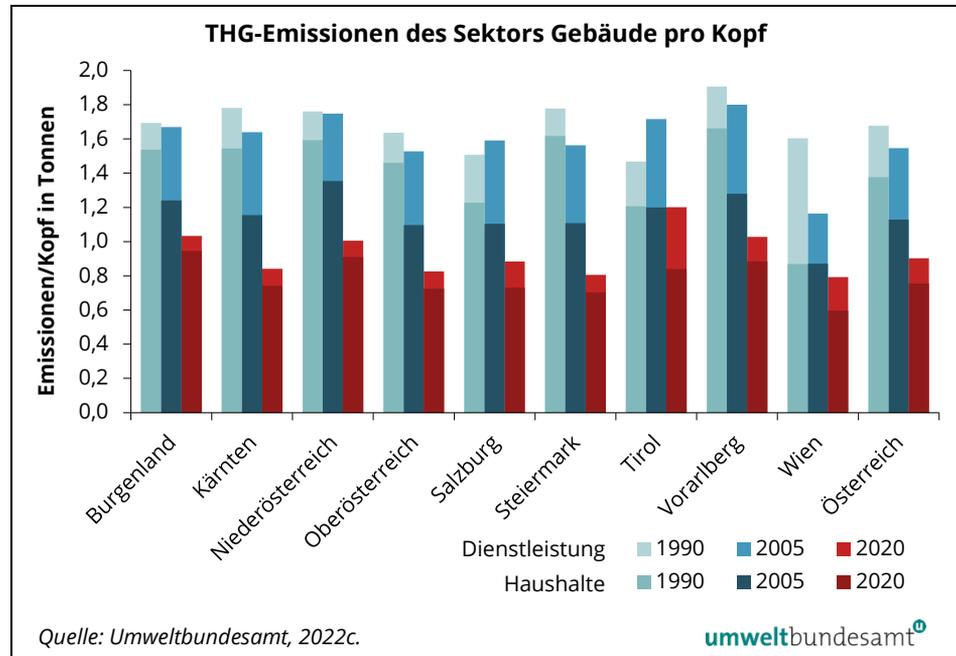
2.5.3 Sektor Gebäude

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 Fernwärme³⁷ und erneuerbaren Energieträgern sowie die Umsetzung von Vorgaben zur Energieeffizienz im Neubau führten zu sinkenden Pro-Kopf-Emissionen im Sektor Gebäude.

³⁷ Der Ausbau von Fernwärme verursacht (in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Fernwärmeaufbringung) potenziell zusätzliche Treibhausgas-Emissionen im Sektor Energie und Industrie (Verlagerung aus dem Sektor Gebäude bei Umstellung von Heizungen mit fossilem Brennstoffeinsatz auf Fernwärme).

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 Einwohner:in 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.

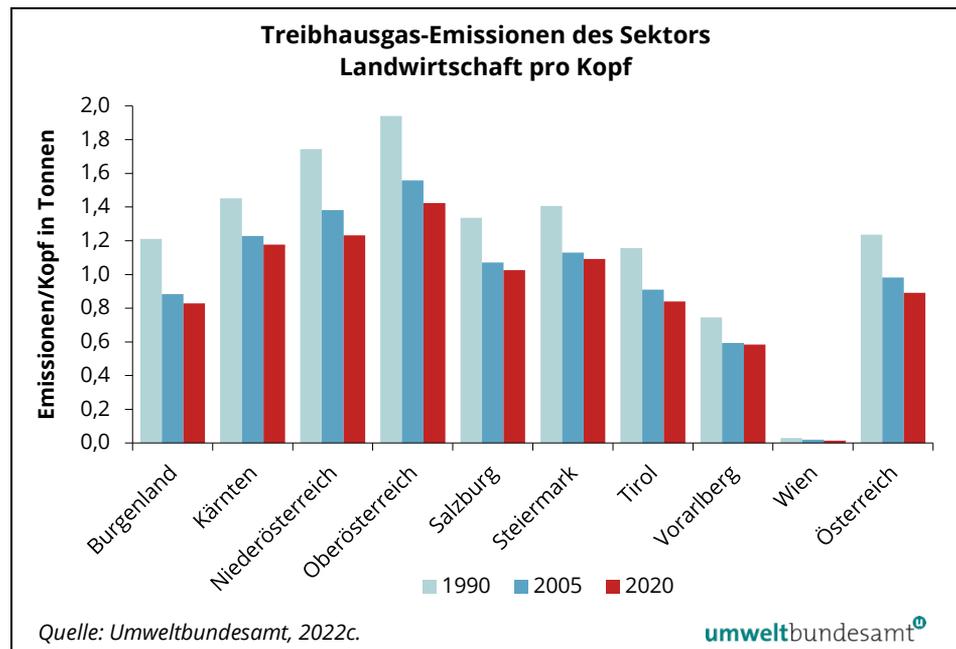
2.5.4 Sektor Landwirtschaft

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 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 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 Kärnten, Tirol, Vorarlberg und Wien seit 2009 und 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. Die geringen Pro-Kopf-Emissionen in Salzburg sind damit zu erklären, dass in diesem Bundesland schon seit Langem ein großer Teil des Abfalls in den MBA-Anlagen Siggerwiesen und Zell am See vorbehandelt

wird und dadurch die historischen Emissionen aus den Abfalldeponien bereits verhältnismäßig gering sind.

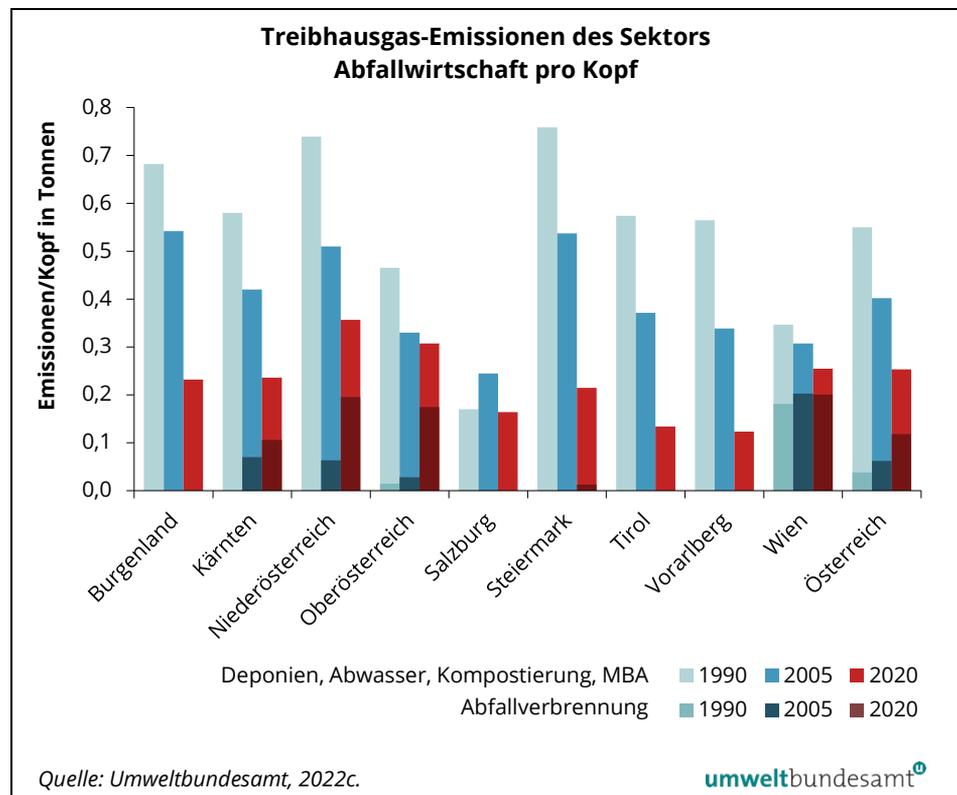
Müllverbrennung reduziert Treibhausgas-Emissionen

Der Übergang von der Deponierung zur Abfallverbrennung 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 2020 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.



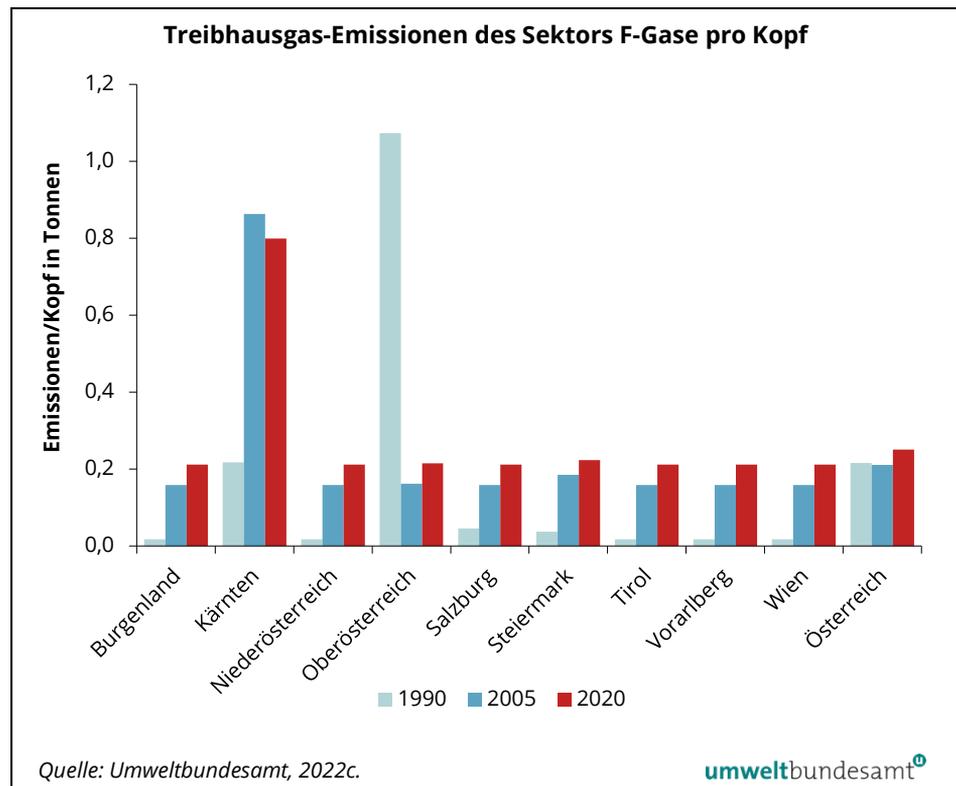
2.5.6 Sektor F-Gase

Pro-Kopf-Emissionen

Die Pro-Kopf-Emissionen dieses Sektors entwickelten sich aufgrund der Disaggregierungsmethodik nach Einwohner:innen in den meisten Bundesländern ident dem Bundestrend. Seit Mitte der Nullerjahre sind Leckagen aus Klima- und Kälteanlagen die größte Emissionsquelle für F-Gase in Österreich.

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. Im Bundesland Kärnten schlugen sich Emissionen aus dem Einsatz von PFC, SF₆ und NF₃ als Prozessgase in der Halbleiterindustrie merkbar auf die Pro-Kopf-Emissionen durch (siehe Abbildung 31).

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 2020 (siehe Abbildung 32/Abbildung 33) und andererseits werden die ESD-Emissionen³⁸ des Jahres 2020 mit den ESD-Zielen für 2020 verglichen (siehe Abbildung 33).

Treibhausgas-Emissionen pro Kopf

Die Treibhausgas-Emissionen pro Kopf betragen in den EU-27-Staaten im Jahr 2020 durchschnittlich 7,4 Tonnen CO₂-Äquivalent. Mit Ausnahme von Zypern konnten alle Mitgliedstaaten ihre Treibhausgas-Emissionen pro Kopf im Zeitraum 1990–2020 senken. In Österreich haben die Pro-Kopf-Emissionen seit 1990 um 19 % abgenommen und lagen mit 8,3 Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2020 leicht über dem Wert der EU-27.

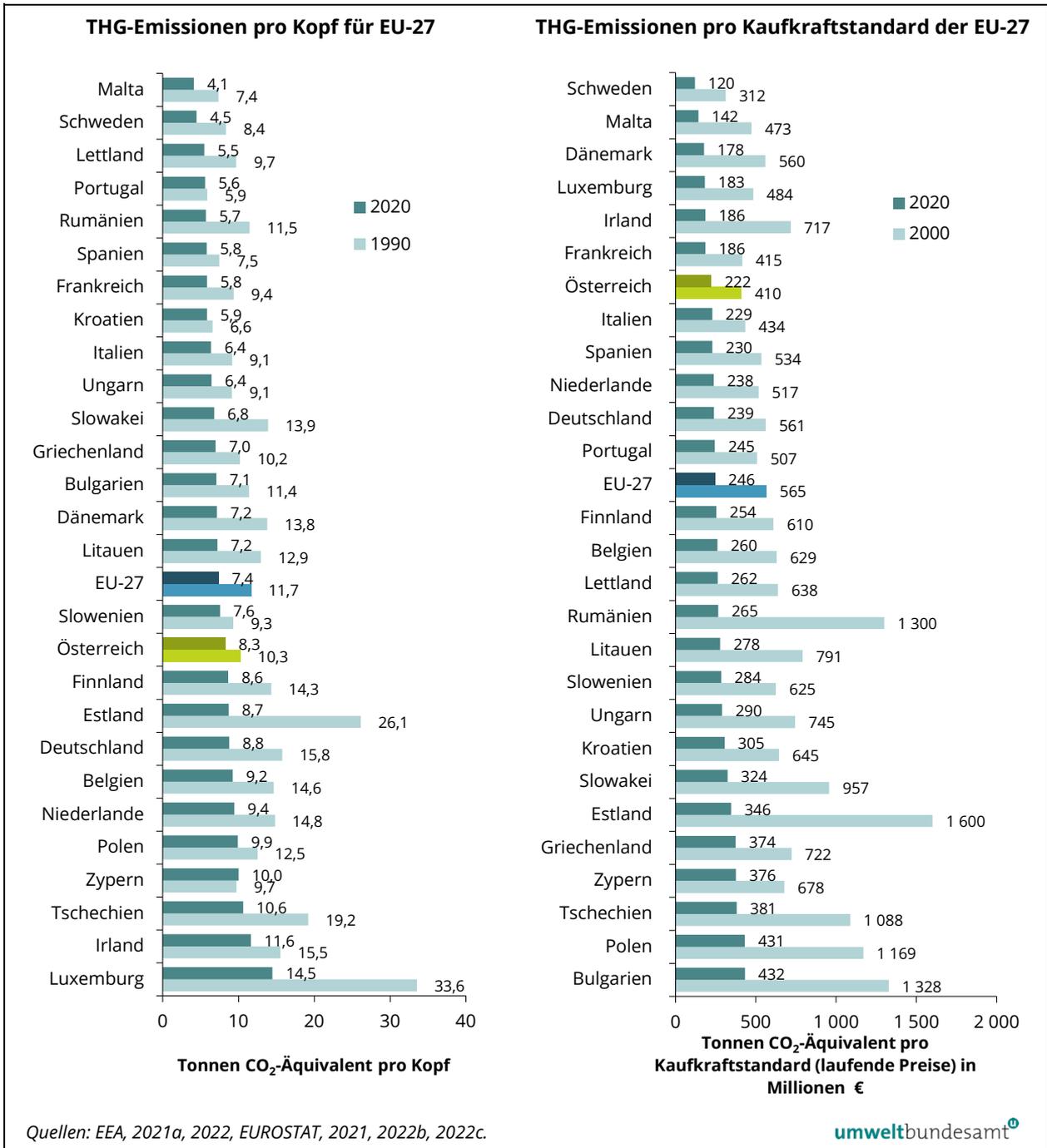
Treibhausgas-Emissionen pro Kaufkraftstandard

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 2020 in Bulgarien, Polen und Tschechien.

Österreich belegte 2020 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 2020 am stärksten reduziert werden. Zypern, Österreich, Italien und Griechenland gehören zu den Ländern mit den geringsten Reduktionen gegenüber 2000.

³⁸ 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 2020 pro Kopf und pro Kaufkraftstandard³⁹ zwischen den EU-27-Staaten.

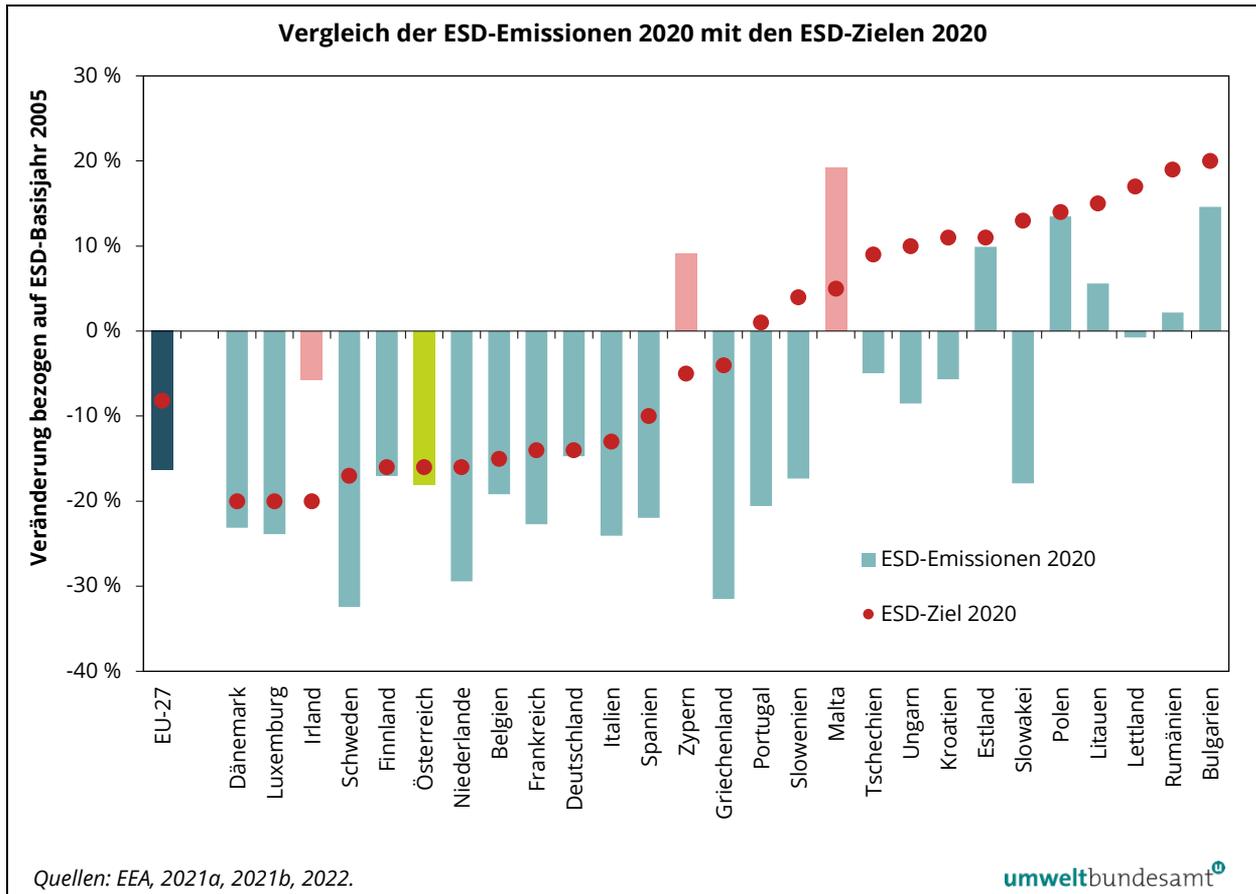


³⁹ Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Millionen zu Marktpreisen ist hier als Kaufkraftstandard gemessen. Dies ist die geeignete Einheit für die Beurteilung der Wirtschaftsleistung von Ländern in einem speziellen Jahr. Währungsumrechnungskurse werden verwendet, um in eine gemeinsame Währung umzurechnen, wodurch die Kaufkraftunterschiede von verschiedenen Währungen ausgeglichen werden. Unterschiede im Preisniveau in verschiedenen Ländern werden dadurch ausgeschaltet, was somit aussagekräftigere BIP-Volumenvergleiche ermöglicht.

In Abbildung 33 werden für die 27 EU-Staaten die ESD-Emissionen des Jahres 2020 mit den jeweiligen ESD-Zielen für das Jahr 2020 verglichen. Die Darstellung erfolgt in Prozent, bezogen auf die Emissionsabweichung zum ESD-Basisjahr 2005. Beim Vergleich zeigt sich, dass drei Länder (Irland, Zypern und Malta) ihr Ziel für 2020 nicht erreicht haben. Das gemeinsame Ziel der EU-27 für 2020 konnte im Summe deutlich unterschritten werden.

Reduktionsziel unterschritten

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



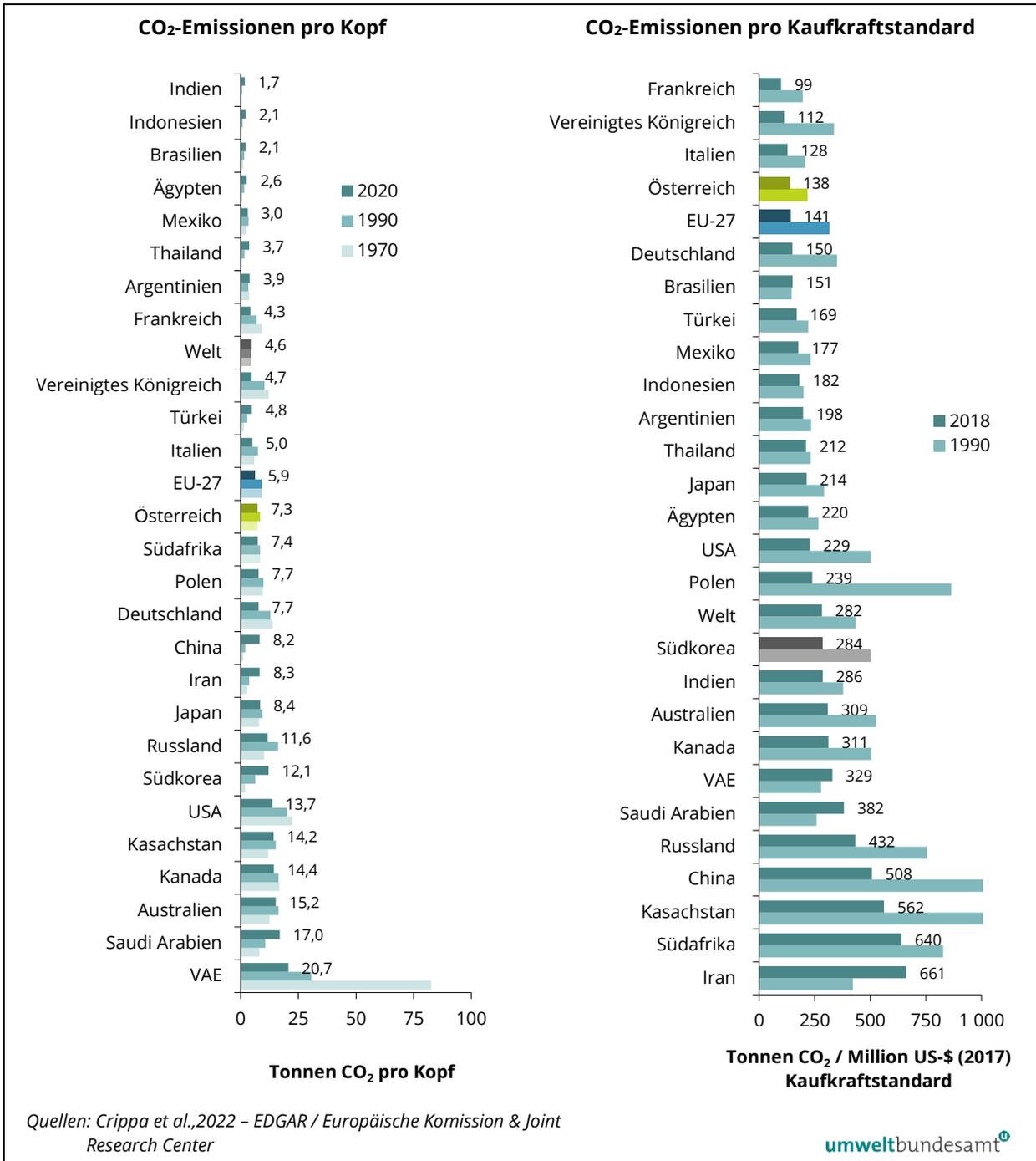
2.6.2 Globaler Vergleich

Für den internationalen Vergleich werden aufgrund der Datenverfügbarkeit ausschließlich CO₂-Emissionen betrachtet, da hierfür ein aktueller 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 2020 aufweisen. Den höchsten Wert der ausgewählten Länder haben im Jahr 2020 die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) vor Saudi-Arabien, Australien, Kanada und USA. Im selben Betrachtungsjahr liegen die Pro-Kopf-Emissionen in Österreich mit 7,3 Tonnen um 1,4 Tonnen über dem EU-Mittel und deutlich über dem globalen Durchschnitt von 4,6 Tonnen (siehe Abbildung 34).

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

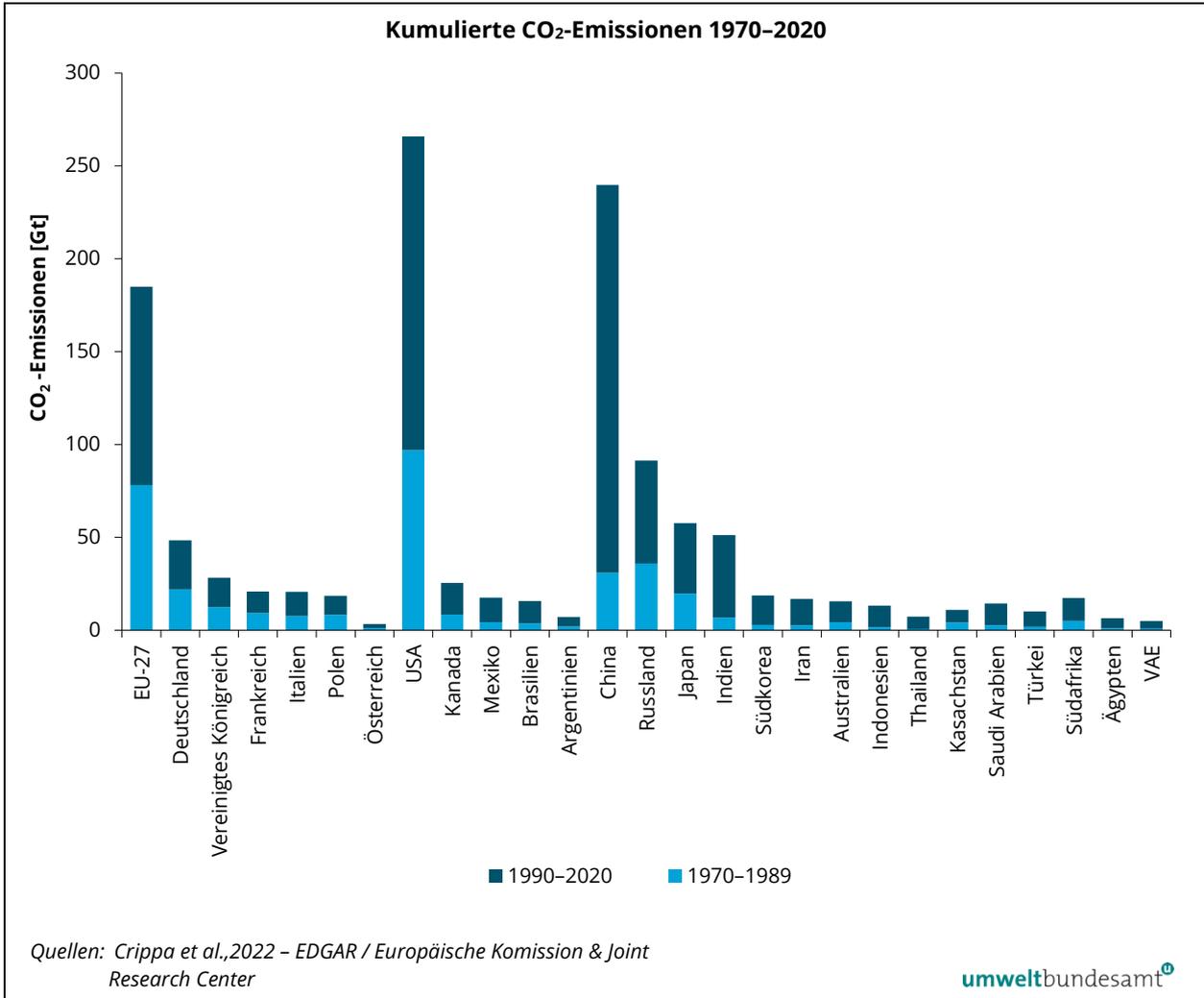


Treibhausgas-Emissionen pro Kaufkraftstandard

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

Die globalen CO₂-Emissionen im Zeitraum 1970–2020 aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen belaufen sich auf rund 1.314 Gt CO₂. Beim Vergleich der Länder wird ersichtlich, dass rund 20 % dieser kumulierten Emissionen aus den USA und 14 % aus der EU-27 stammen. China hat einen Anteil von 18 % an den kumulierten Gesamtemissionen seit 1970, wobei rund 87 % der CO₂-Emissionen seit 1990 entstanden sind (EU-27 zum Vergleich nur 58 % seit 1990). Der Anteil Österreichs an den Emissionen seit 1970 beträgt rund 0,3 % (CRIPPA et al., 2022).

Abbildung 35: Kumulierte CO₂-Emissionen 1970–2020 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 2020 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, 2022a) 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 sozio-ökonomischen 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.

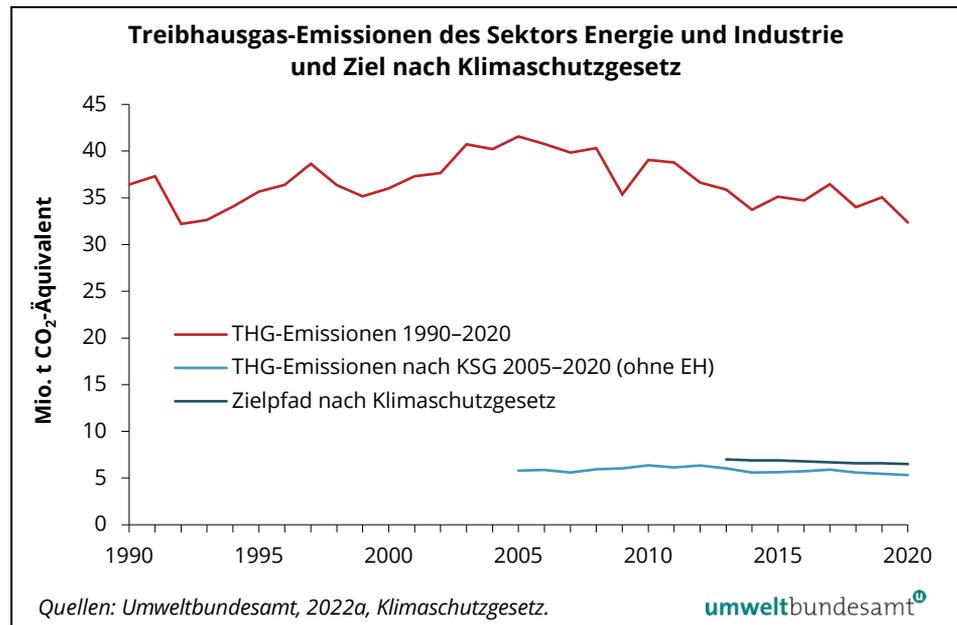
3.1 Sektor Energie und Industrie

Sektor Energie und Industrie				
	THG-Emissionen 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
Gesamt	32,4	44,0 %	-7,6 %	-11,1 %
<i>EH</i>	27,0	36,7 %	-8,6 %	
<i>Nicht-EH</i>	5,3	7,2 %	-2,7 %	

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen im Sektor Energie und Industrie betragen im Jahr 2020 rund 32,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 44 % Anteil an den nationalen Gesamtemissionen und lagen um 11,1 % (-4,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) unter den Emissionen des Jahres 1990. Im Vergleich zum Jahr 2019 haben die Emissionen um -7,6 % bzw. -2,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent abgenommen.

Abbildung 36: Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



EH-Bereich

Im Jahr 2020 wurden 83,5 % der Emissionen dieses Sektors durch den Emissionshandel abgedeckt. Die Emissionshandelsbetriebe verursachten im Jahr 2020 Treibhausgas-Emissionen im Ausmaß von 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (Energie: 7,8 Mio. Tonnen, Industrie: 19,2 Mio. Tonnen). Das sind um 8,6 % (-2,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) weniger als im Jahr 2019 und um 19 % bzw. 6,3 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 2020 gegenüber 2005 um rund 24,4 % bzw. 8,7 Mio. Tonnen.

Nicht-EH-Bereich Die Emissionen des Nicht-Emissionshandel-Bereichs lagen 2020 bei rund 5,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und somit um 1,2 Mio. Tonnen unterhalb der Höchstmenge des Sektors Energie und Industrie nach dem Klimaschutzgesetz. Von 2019 auf 2020 kam es zu einem Rückgang um 2,7 % bzw. 0,1 Mio. Tonnen, im Wesentlichen durch den geringeren Einsatz fossiler Brennstoffe (-0,05 Mio. Tonnen aus Erdgas sowie -0,05 Mio. Tonnen aus Treibstoffen für Baumaschinen). Werden die Emissionen außerhalb des Emissionshandels (Nicht-EH) in der ab 2013 gültigen Abgrenzung betrachtet, zeigt sich im Zeitraum 2005–2020 eine Abnahme um 8,4 % bzw. 0,5 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 Abnahme 2019 auf 2020 waren die geringere Stahlproduktion sowie die geringere Stromerzeugung aus Gas- und Kohlekraftwerken. 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 Erdgasförderung⁴⁰ 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, 2022a).

Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Veränderung 1990–2020	Anteil an den nationalen THG- Emissionen 2020
Öffentliche Strom- und Wärmeproduktion (ohne Abfallverbrennung)	10 808	6 002	4 729	-21,2 %	-56,3 %	6,4 %
Raffinerie	2 398	2 797	2 738	-2,1 %	+14,2 %	3,7 %
Förderung und Transport von fossilen Brennstoffen (energiebedingt)	736	856	763	-10,9 %	+3,7 %	1,0 %

⁴⁰ Bei der Öl- und Gasförderung bzw. -verteilung werden u. a. Kompressoren, Trockner und Gaswäscher eingesetzt.

Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Veränderung 1990–2020	Anteil an den nationalen THG- Emissionen 2020
Diffuse Emissionen aus der Energieförderung und -verteilung	702	347	329	-5,2 %	-53,1 %	0,4 %
Eisen- und Stahlproduktion (energie- und prozessbedingte Emissionen)	8 854	12 175	11 305	-7,1 %	+27,7 %	15,4 %
Sonstige Industrie ohne Eisen- und Stahlproduktion (energiebedingte Emissionen)	7 781	9 023	8 699	-3,6 %	+11,8 %	11,8 %
Mineralverarbeitende Industrie (prozessbedingte Emissionen)	3 092	2 809	2 821	+0,4 %	-8,8 %	3,8 %
Chemische Industrie (prozessbedingte Emissionen)	1 555	843	785	-6,9 %	-49,6 %	1,1 %
Lösemittelleinsatz und andere Produktverwendung	480	186	192	+3,2 %	-60,1 %	0,3 %
SUMME	36 407	35 038	32 360	-7,6 %	-11,1 %	44,0 %
davon Emissionshandel (EH)		29 564	27 034	-8,6 %		36,7 %
davon Nicht-EH		5 474	5 326	-2,7 %		7,2 %

Die Emissionen aus den mobilen Maschinen der Produzierenden Industrie (hauptsächlich Baumaschinen) sind hier ebenfalls berücksichtigt. Überdies beinhaltet der Sektor auch Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus dem Einsatz von Lösemitteln und Lachgas-Emissionen 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-Anlagen⁴¹ und Heizwerke, in denen fossile und biogene Brennstoffe eingesetzt werden, darunter auch Abfallverbrennungsanlagen⁴² 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.

⁴¹ KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

⁴² Die Emissionen aus der Verbrennung von Abfall werden dem KSG-Sektor Abfallwirtschaft zugeordnet.

Einflussfaktoren für die Treibhausgas-Emissionen

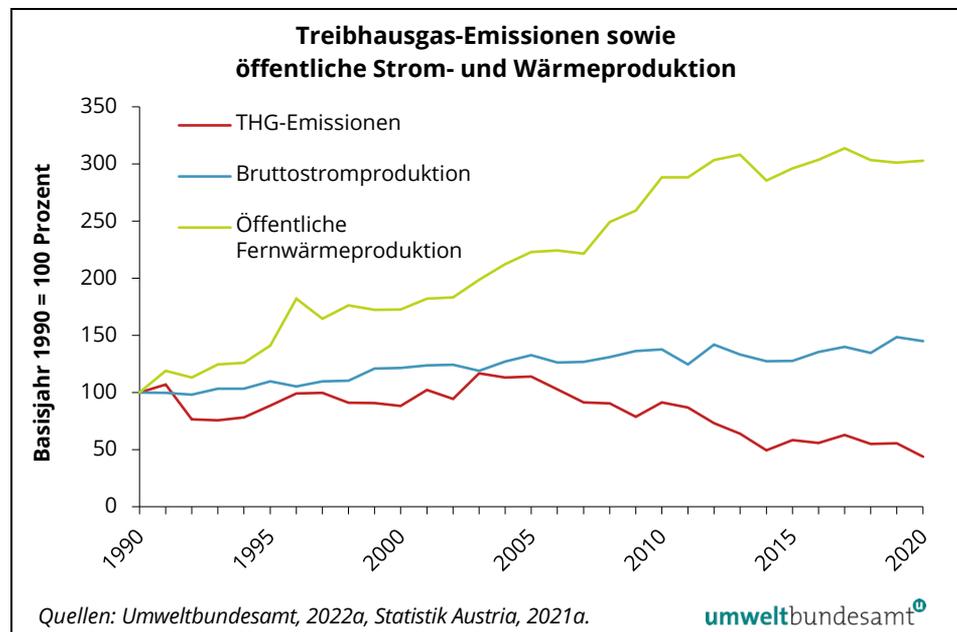
Den größten Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen dieses Bereiches hat die Strom- und Wärmeproduktion aus mit fossilen Brennstoffen befeuerten kalorischen Kraftwerken. Primär maßgeblich verantwortlich für die Auslastung dieser Anlagen und damit einhergehend den Ausstoß von Treibhausgas-Emissionen ist der Energiebedarf der Endverbraucher:innen (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 2020 insgesamt rund 4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert, was rund 6,4 % 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 (-56 %) von der Stromproduktion (+45 %) und der Wärmeproduktion (+203 %). Die Stromproduktion aus fossilen Brennstoffen ist in diesem Zeitraum um 32 % zurückgegangen. Diese Entkoppelung ist auf einen gestiegenen Anteil der Produktion aus erneuerbaren Energieträgern, die Substitution von Kohle- und Öl- durch effizientere und emissionsärmere Gaskraftwerke sowie gestiegene Stromimporte (Nettoimportanteil 2020: 3 %) zurückzuführen. Letztere verursachen hohe Treibhausgas-Emissionen im Ausland.

Abbildung 37: Treibhausgas-Emissionen sowie öffentliche Strom- und Fernwärmeproduktion, 1990–2020.



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 wieder zu einer deutlichen Zunahme der Emissionen aufgrund von vermehrtem Einsatz von Erdgas zur Stromproduktion. Im Jahr 2020 lag die

Stromproduktion aus kalorischen Kraftwerken 18,2 % unter der des Vorjahres, die Fernwärmeproduktion fiel um 0,5 % höher aus. Insgesamt haben die Emissionen des Sektors gegenüber dem Vorjahr um rund 21 % bzw. 1,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent abgenommen, was hauptsächlich auf die um 14 % niedrigere Stromerzeugung aus Gaskraftwerken und die Stilllegung der letzten Kohlekraftwerke in den Jahren 2019 und 2020 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 zwischenzeitlich auch vermehrt durch Stromimporte abgedeckt werden.

3.1.1.1 Stromverbrauch

Anstieg des Stromverbrauchs

Der Stromverbrauch⁴³ Österreichs ist zwischen 1990 und 2020 von 48,8 TWh auf 71,4 TWh bzw. um 46,2 % angestiegen (Statistik Austria, 2021a) und stellt damit eine wesentliche Größe für den Trend der Treibhausgas-Emissionen dar. Der jährliche Inlandsstromverbrauch ist seit dem Jahr 1990 bis auf die Jahre starker wirtschaftlicher Einbrüche der produzierenden Industrie (1992, 2009 und 2020) sowie mit Ausnahme des sehr warmen Jahres 2014 kontinuierlich gestiegen. Im Jahr 2020 ging der Stromverbrauch gegenüber dem Vorjahr zwar deutlich (um 3,5 %) zurück, im Mittel des Zeitraums 2012–2019 stieg er aber um 0,6 % pro Jahr bzw. um insgesamt 3,4 % an. Der Stromverbrauch 2020 war in allen Bereichen rückläufig, sowohl bei der Produzierenden Industrie (-3 %), den Öffentlichen und Privaten Dienstleistungen (-7 %) als auch den Privaten Privathaushalten (-2 %).

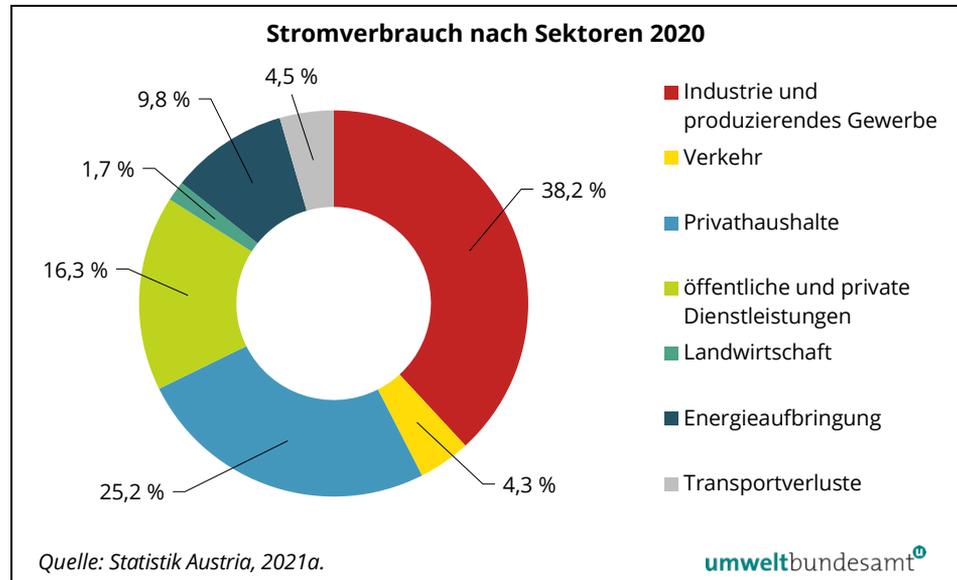
Nach den vorläufigen Zahlen der Energie-Regulierungsbehörde (E-Control, 2022) hat der Endverbrauch im Jahr 2021 gegenüber dem Jahr 2020 um 3,9 % zugenommen und dürfte damit zumindest auf einem ähnlichem Niveau wie im Jahr 2019 liegen.

Hauptverbraucher

Der größte Teil des Stromverbrauchs entfiel im Jahr 2020 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, 2021a).

⁴³ Energetischer Endverbrauch zuzüglich Leitungsverluste und Eigenverbrauch des Energiesektors.

Abbildung 38:
Anteil der Verbrauchergruppen am gesamten Stromverbrauch im Jahr 2020.



3.1.1.2 Öffentliche Stromproduktion

In den Anlagen der öffentlichen Strom- und Wärmeversorgung wurden im Jahr 2020 insgesamt rund 61,4 TWh Strom⁴⁴ und damit um 1,5 TWh weniger als im Vorjahr erzeugt (Statistik Austria, 2021a). Der Inlandsstrombedarf wurde dabei zusätzlich noch durch industrielle Eigenstromproduktion (7,8 TWh) und durch Stromimporte abgedeckt. Seit dem Jahr 2001 ist Österreich ein Netto-Importeur von Strom. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern fiel mit insgesamt 52,4 TWh um 0,9 TWh bzw. 1,6 % höher aus als im Vorjahr, was vor allem auf die höhere Stromerzeugung aus Wasserkraft (+1,3 TWh) zurückzuführen war.

Zunahme der Stromproduktion aus Erneuerbaren

Nettostromimporte

Da der Endverbrauch stark zurückging und die Stromerzeugung aus Wind-, Wasserkraftwerken und Photovoltaik um 0,9 TWh höher ausfiel, mussten trotz der um 2,4 TWh geringeren Erzeugung aus thermischen Kraftwerken nur 2,2 TWh aus Importen abgedeckt werden. Die Nettoimporte lagen damit wie im Vorjahr auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau und deckten rund 3 % 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, 2021). Die Stromimporte wirken sich aufgrund

⁴⁴ 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.

der Berechnungsregeln der nationalen Treibhausgas-Bilanz nicht emissionserhöhend aus⁴⁵, führen aber bei Erzeugung aus Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen zu Emissionen im Ausland.

Wasserkraftwerke Mit einem Beitrag von 68 % bzw. 41,5 TWh und einem Plus von 1,3 TWh gegenüber dem Vorjahr lieferten die Wasserkraftwerke im Jahr 2020 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 2020 deutlich gesunken (um 20,7 % bzw. 2,3 TWh). Ihr Beitrag an der öffentlichen Stromproduktion lag mit 9 TWh bei 14,6 %. Die Erzeugung aus Erdgaskraftwerken ist gegenüber dem Vorjahr um 1,4 TWh (-14.2 %) auf 8,3 TWh und die Stromproduktion aus Kohle um 0,9 TWh (-71.3 %) auf 0,4 TWh zurückgegangen.

Biomasse Mit einer gegenüber dem Vorjahr um rund 5 % niedrigeren Produktion hat Biomasse (inklusive Abfällen aus Erneuerbaren)⁴⁶ 3,3 % (2 TWh) zur öffentlichen Stromproduktion des Jahres 2020 beigetragen.

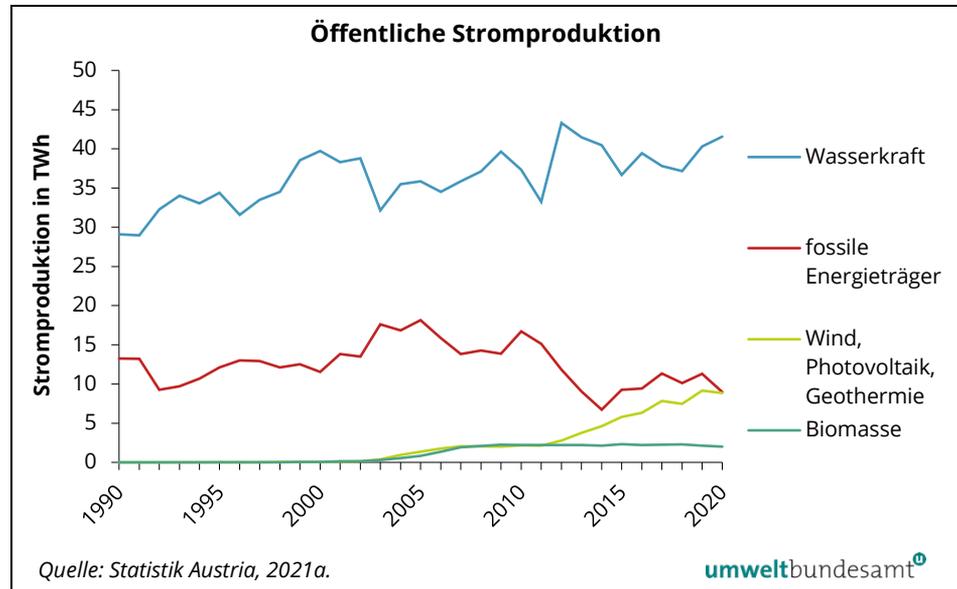
Windkraft, Photovoltaik und Geothermie Die Stromerzeugung aus Windkraft, Photovoltaik und Geothermie hat im Jahr 2020 mit einem Rückgang um 0,3 TWh 14,4 % bzw. 8,8 TWh zur öffentlichen Stromproduktion beigetragen. Mit rund 6,8 TWh fiel die Stromerzeugung aus Windkraft 2020 um 0,7 TWh geringer aus, was einem Rückgang um 9 % gegenüber dem Vorjahr entspricht, in dem die Windkraft allerdings den bislang höchsten Wert von 7,5 TWh erzeugt hatte. Der Anteil der Windkraftanlagen an der gesamten öffentlichen Stromproduktion lag im Jahr 2020 bei rund 11 %. Die Kapazität der Windkraftanlagen stagnierte gegenüber dem Vorjahr. Die installierte Windkraftanlagen-Kapazität hat sich seit dem Jahr 2010 aber mehr als verdreifacht (E-Control, 2021).

Die Stromproduktion aus Photovoltaik spielte auch im Jahr 2020 noch eine untergeordnete Rolle. Photovoltaikanlagen erzeugten 2 TWh Strom und damit um 20 % mehr als im Vorjahr. Mit einem Beitrag von 3,3 % hat sich die Photovoltaik gegenüber 2010 mehr als verzehnfacht, wobei seit dem Jahr 2016 eine jährliche Steigerungsrate von durchschnittlich 17 % 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.

⁴⁵ Ab dem Jahr 2017 wurden von E-Control keine ENTSO-E Strom-Mix CO₂-Emissionsfaktoren mehr veröffentlicht. Stattdessen wurden Berechnungen vom Umweltbundesamt durchgeführt. Bei 321 g CO₂-Äquivalent/kWh durch importierten Strom für 2020 führen Stromimporte zu ungefähr 0,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, die im Ausland durch die Herstellung des importierten Stroms für 2020 angefallen sind.

⁴⁶ Erneuerbarer Anteil (z. B. Biomasse im Hausmüll) der brennbaren Abfälle laut Definition der Energiebilanz (Statistik Austria, 2021a). Der nicht erneuerbare Anteil (z. B. Kunststoffabfälle im Hausmüll oder Altöl) wird bei den fossilen Energieträgern berücksichtigt.

Abbildung 39:
Öffentliche Stromproduktion in fossilen kalorigen Kraftwerken, Wasserkraft-, Windkraft-, Photovoltaik- und Geothermieranlagen sowie aus Biomasse, 1990–2020.



Trend der Stromproduktion

Nach den vorläufigen Zahlen (E-Control, 2022) von 2021 lag die Stromerzeugung im öffentlichen Netz um 3,3 % (-2,4 TWh) niedriger als im Vorjahr, was hauptsächlich auf die deutlich niedrigere Produktion aus Wasserkraft (-2,3 TWh) zurückzuführen ist. Die Stromerzeugung aus Windkraft ging um 1 % (-0,1 TWh) zurück und die Erzeugung aus thermischen Kraftwerken stieg trotz der endgültigen Stilllegung sämtlicher Kohlekraftwerke um 2,1 % (+0.3 TWh).

Da der Endverbrauch um +3,9 % (+2,5 TWh) gestiegen ist, sind die Nettoimporte 2021 um 5,3 TWh auf insgesamt 7,5 TWh und damit auf 11 % des Endverbrauchs angewachsen.

3.1.1.3 Öffentliche Fernwärmeproduktion

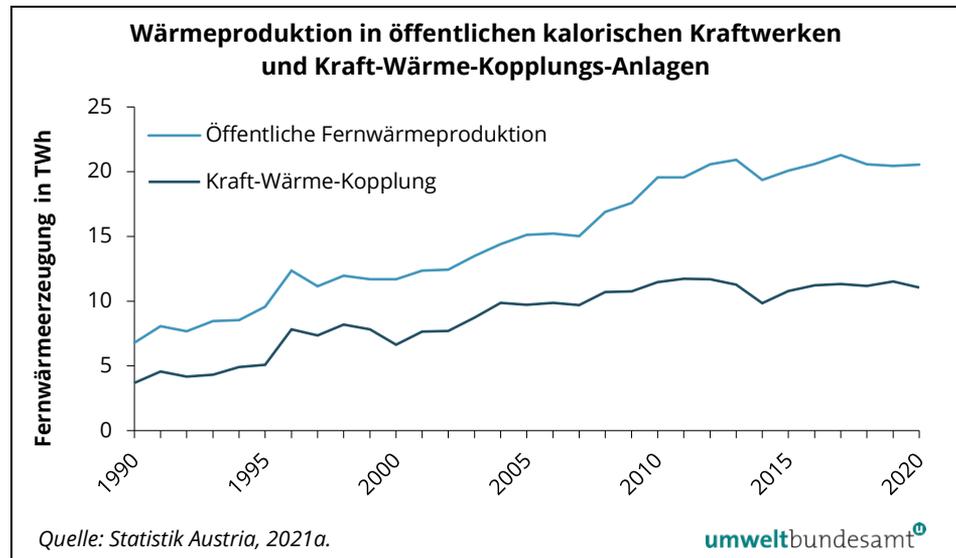
Anstieg der Fernwärmeproduktion

Die Fernwärmeproduktion in öffentlichen KWK-Anlagen und Heizwerken hat sich seit 1990 ungefähr verdreifacht (+203 %). Während 1990 noch rund 6,8 TWh Fernwärme erzeugt wurden, waren es im Jahr 2020 bereits 20,5 TWh. Von 2019 auf 2020 hat die Fernwärmeproduktion um 0,5 % zugenommen. Unter Berücksichtigung der Heizgradtagentwicklung hat das Wachstum des Fernwärmeausbaus in den letzten Jahren abgenommen.

Die Wärmeproduktion aus Kraft-Wärme-Kopplung nahm 2020 fast unverändert gegenüber dem Jahr 1990 einen Anteil von ca. 54 % (11 TWh) an der öffentlichen Fernwärmeerzeugung ein (Statistik Austria, 2021a). 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 2020 allerdings einen KWK-Anteil von 59 % aus (FGW 2021).⁴⁷

Abbildung 40:
Wärme­produktion und
Kraft-Wärme-Kopplung
in öffentlichen Kraft-
werken, 1990–2020.



eingesetzte Energieträger

Während 1990 noch 91 % der Fernwärme aus **fossilen Energieträgern** erzeugt wurden, lag der Anteil im Jahr 2020 nur noch bei 46 %. 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 2020 rund 9,4 TWh.

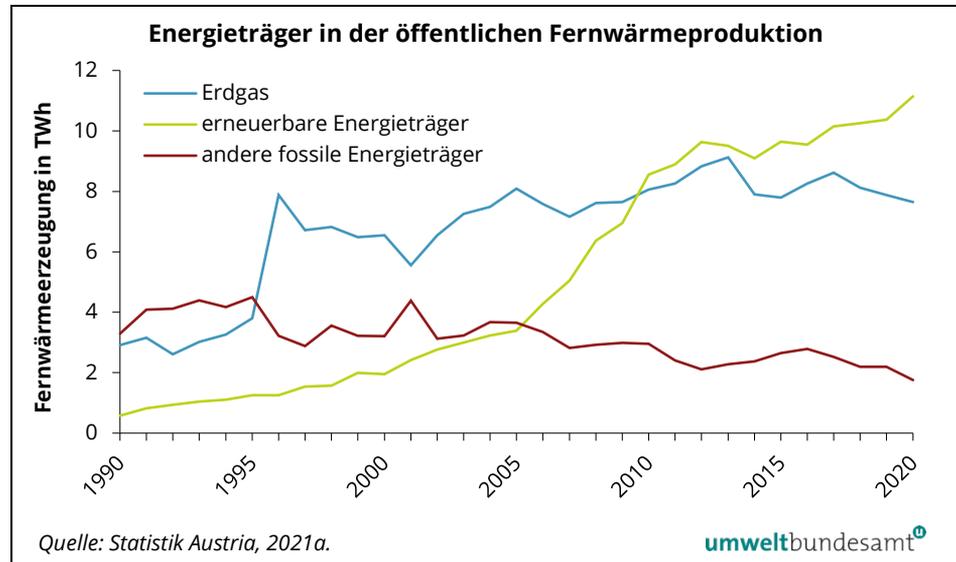
Nach Biomasse ist **Erdgas** weiterhin ein wichtiger Energieträger für die Fernwärmeversorgung, sein Anteil an der Gesamterzeugung aus öffentlichen Anlagen hat sich ab 2010 auf ca. 40 % (2020: 37 %) stabilisiert.

Kohle hat insgesamt an Bedeutung verloren, ihr Anteil im Jahr 2020 lag bei 2,2 %. 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 2020 bei einem Höchststand von 54 %.

⁴⁷ 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.

Abbildung 41:
Energieträger in der
öffentlichen
Fernwärmeproduktion,
1990–2020.



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 8 % zugenommen. Mit 152,5 PJ im Jahr 2020 war der Brennstoffeinsatz rund 9 % niedriger 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, 2021a; siehe Abbildung 42).

Der **Kohleeinsatz** erreichte das Maximum im Jahr 2003 und ist seither stark rückläufig. Er ist im Jahr 2020 gegenüber 2019 um 70 % gesunken und hatte einen Anteil von 3 % 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 2020 betrug der Anteil 49,7 % bzw. 75,8 PJ und lag damit um einen Prozentpunkt unter dem Wert von 2019.

Der Einsatz von **Heizöl** ist im Jahr 2020 zwar um 50 % gestiegen, trägt aber dennoch nur 0,5 % zum Gesamteinsatz bei. 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 2020 kam es gegenüber dem Vorjahr zu einer Zunahme von 5,2 % auf 62,9 PJ, womit der Anteil von Biomasse am Gesamteinsatz bei 41 % 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 2020 mit rund 8,7 PJ gleichauf mit dem Vorjahreswert. Der Abfalleinsatz hatte im Jahr 2020 einen Anteil von 5,7 % am Gesamteinsatz.

Abbildung 42: Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und in der Abfallverbrennung nach Energieträgern, 1990–2020.

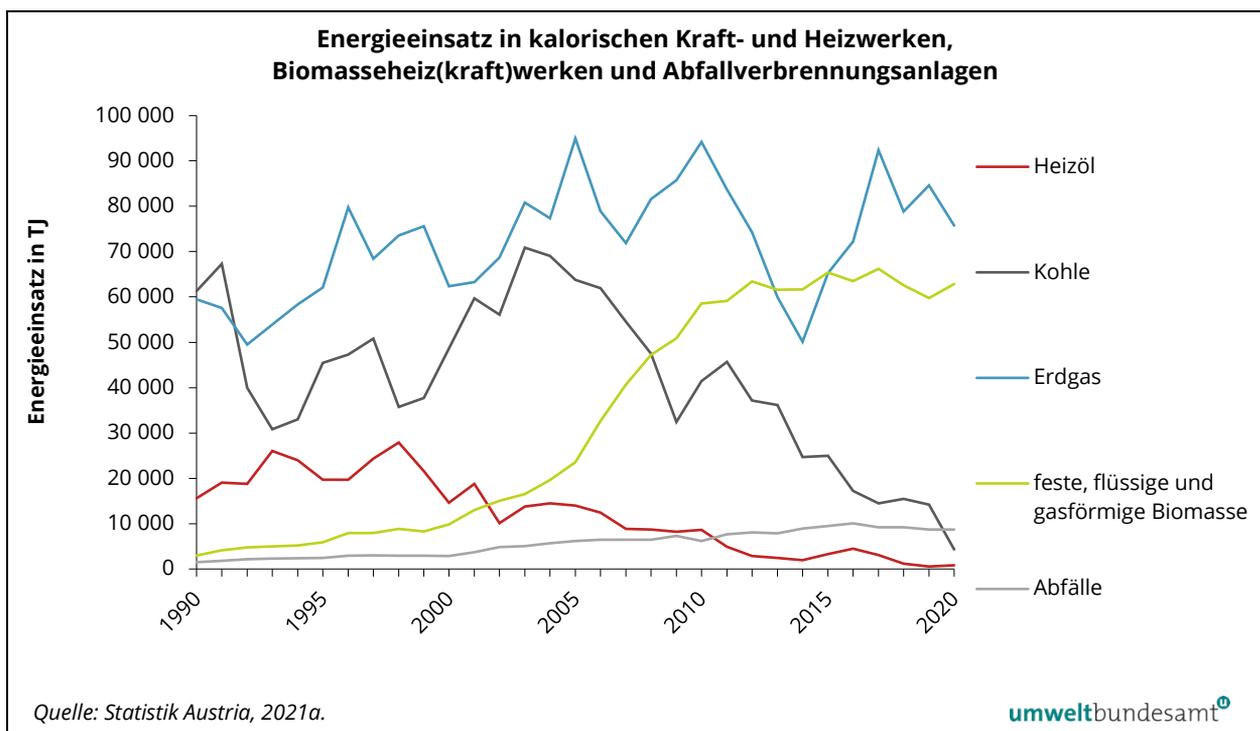


Tabelle 10: Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und in der Abfallverbrennung nach Energieträgern, 1990, 2005, 2019 und 2020 (in Tj) (Quelle: Statistik Austria, 2021a).

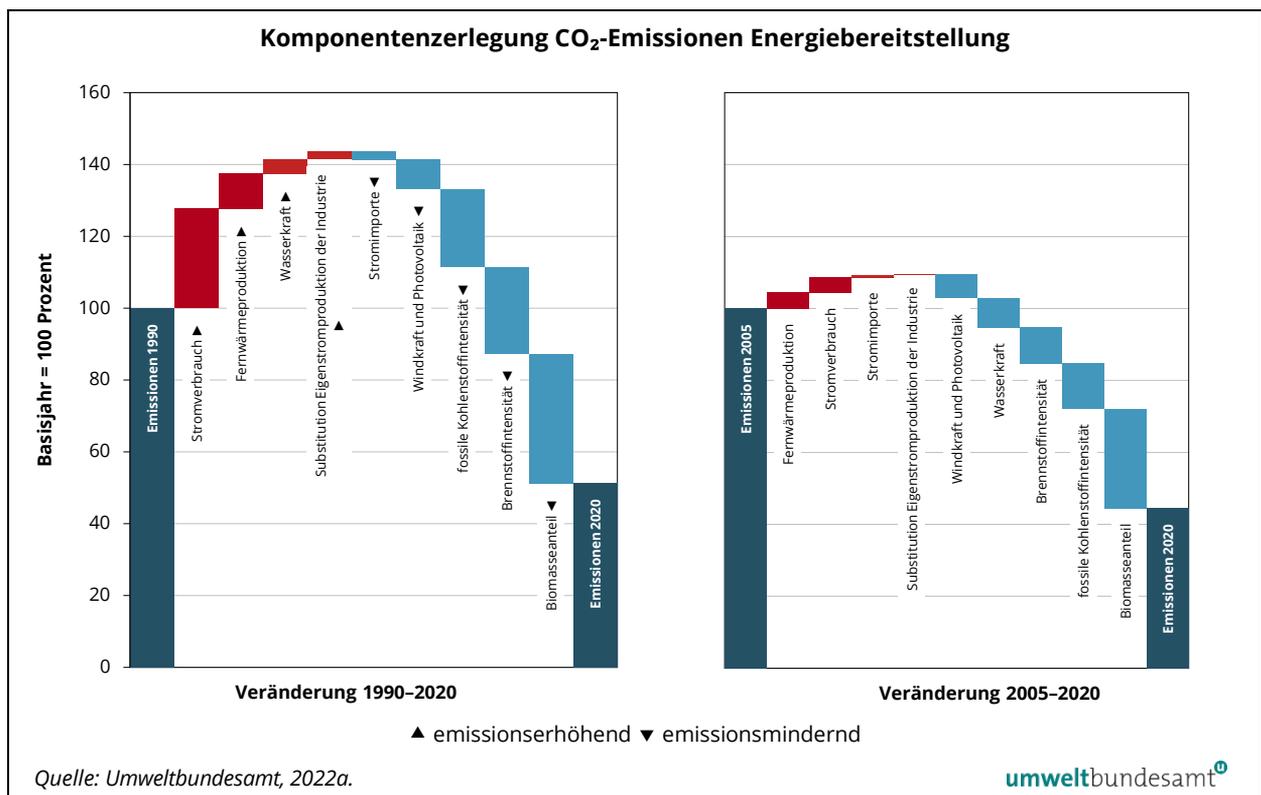
Jahr	Heizöl	Kohle	Erdgas	feste, flüssige, gasförmige Biomasse	Abfälle
1990	15 635	61 330	59 463	2 962	1 497
2005	14 007	63 737	94 960	23 526	6 203
2019	549	14 182	84 626	59 758	8 719
2020	836	4 313	75 772	62 880	8 717
1990–2020	-95 %	-93 %	+27%	+2 023 %	+482 %

3.1.1.5 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen in der Energieaufbringung wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 43: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



Einflussfaktoren	Definitionen
Stromverbrauch	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund des steigenden Stromverbrauchs in Österreich von 176 PJ (1990) auf 242 PJ (2005) und 257 PJ (2020) ergibt. ⁴⁸
Fernwärmeproduktion	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden Fernwärmeproduktion in öffentlichen Kraftwerken in Österreich von 28 PJ (1990) auf 59 PJ (2005) und 84 PJ (2020) ergibt.

⁴⁸ Inklusive Pumpstrom, Eigenverbrauch der Energiewirtschaft und Leitungsverluste.

Einflussfaktoren	Definitionen
(Beitrag) 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 57 % (2020) ergibt. Hier ist zu beachten, dass die Wasserkraft jährlichen Schwankungen unterliegt, in Abhängigkeit von der Wasserführung der Flüsse. Sinkende Wasserkraftproduktion muss durch andere Formen der 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 2005–2020 der steigende Anteil der Wasserkraft emissionsmindernde Wirkung hatte.
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 86,0 % (1990) auf 88,1 % (2005) und 88,5 % (2020) ergibt. Hier zeigt sich, dass die Stromproduktion der Industrie (trotz wachsenden Stromkonsums) nicht im selben Ausmaß angestiegen ist wie die der öffentlichen Kraftwerke.
Stromimporte	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des Anstiegs des Nettostromimports ergibt. 1990 wurden 1,7 PJ Strom netto exportiert, 2005 9 PJ und 2020 8 PJ netto importiert.
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 % (2020) ergibt.
fossile Kohlenstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der sinkenden CO ₂ -Emissionen pro fossiler Brennstoffeinheit (inklusive nicht-biogener Anteil im Abfall) in öffentlichen kalorischen Strom- und Wärmekraftwerken von 80 Tonnen/TJ (1990) auf 71 Tonnen/TJ (2005) und 60 Tonnen (2020) ergibt. Hier machen sich v. a. der sinkende Anteil von Braunkohle und der Brennstoffwechsel von Kohle zu Erdgas bemerkbar.
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 % (2020) 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 41 % (2020) ergibt.

3.1.2 Raffinerie

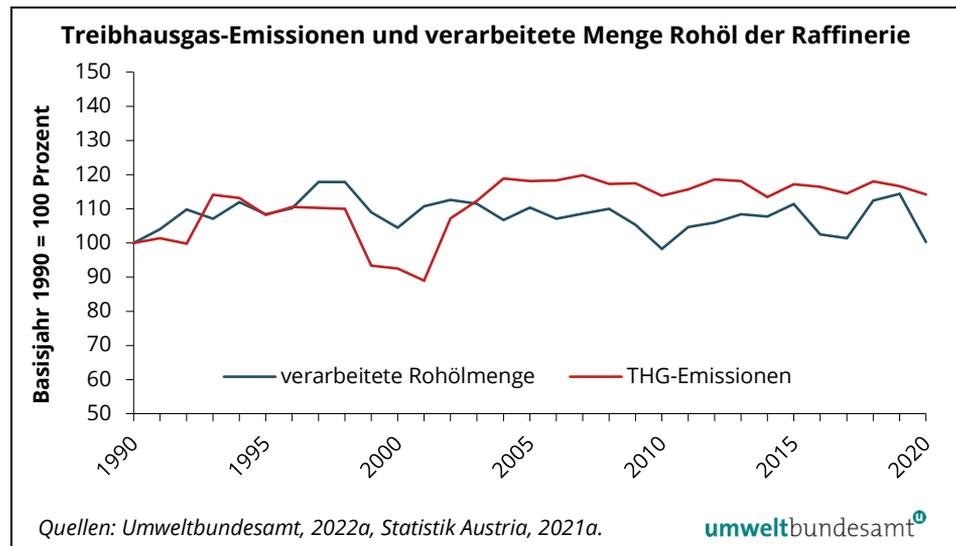
Unter dem Begriff Raffinerie werden die Anlagen zur Verarbeitung von Rohöl (inklusive Dampfspaltung bzw. „Steam cracking“) zusammengefasst. Emissionsbestimmende Faktoren sind neben der verarbeiteten Erdölmenge und -qualität vor allem der Verarbeitungsgrad und die Qualitätsanforderungen an die Produkte, aber auch die Energieeffizienz und Wärmeintegration der Prozessanlagen.

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen aus der Raffinerie sind zwischen 1990 und 2020 um 14,2 % auf 2,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent gestiegen. 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 2020 sind die Emissionen gegenüber dem Vorjahr um 2,1 % gesunken (siehe Abbildung 44).

Abbildung 44:
Treibhausgas-
Emissionen und
verarbeitete Menge
Rohöl der Raffinerie,
1990–2020.



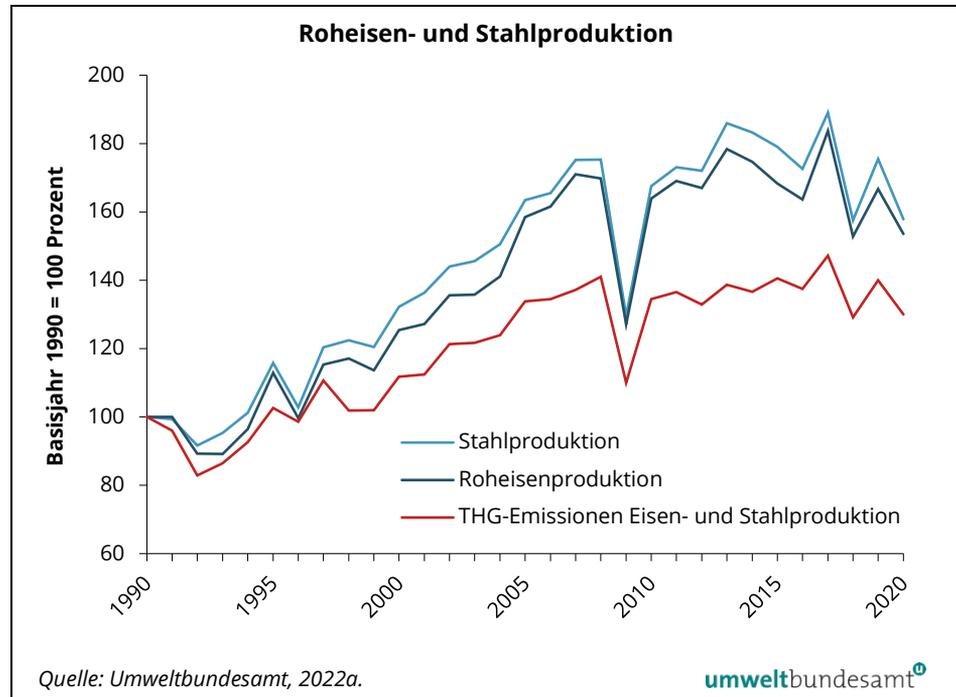
3.1.3 Eisen- und Stahlproduktion

**Trend der
Treibhausgas-
Emissionen**

Die energie- und prozessbedingten Treibhausgas-Emissionen aus der Eisen- und Stahlerzeugung sind zwischen 1990 und 2017 um 45 % 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 12,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Im Jahr 2020 sind die Emissionen um 7 % bzw. 0,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf 11,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent zurückgegangen.

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.

Abbildung 45:
Trend der Roheisen- und
Stahlproduktion sowie
damit verbundene
Treibhausgas-
Emissionen, 1990–2020.



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. Im Jahr 2018 ging die Produktion deutlich um 15,4 % zurück, was auf die wartungsbedingte Erneuerung des größten Hochofens am Standort Linz zurückzuführen war. Nach einem Anstieg im Jahr 2019 nahm im Jahr 2020 die Rohstahlproduktion wiederum um 8,6 % ab, was hauptsächlich auf die Corona-Pandemie zurückzuführen ist (vorübergehend wurde ein kleiner Hochofen stillgelegt).

Die CO₂-Emissionen sind seit 1997 nicht so stark gestiegen wie die Stahlproduktion (siehe Abbildung 45), was auf Anlagenoptimierungen – und somit auf die höhere Energieeffizienz in der Produktion – zurückzuführen ist. Dieser Trend hat sich bis 2014 fortgesetzt. Im Jahr 2009 war aufgrund der geringen Auslastung ein Rückgang der Effizienz zu bemerken. Nach 2014 sind die Emissionen trotz teilweise sinkender Produktion etwa gleich geblieben bzw. nur leicht zurückgegangen. Weitere Einflussfaktoren werden im Rahmen der nachfolgenden Komponentenerlegung beschrieben.

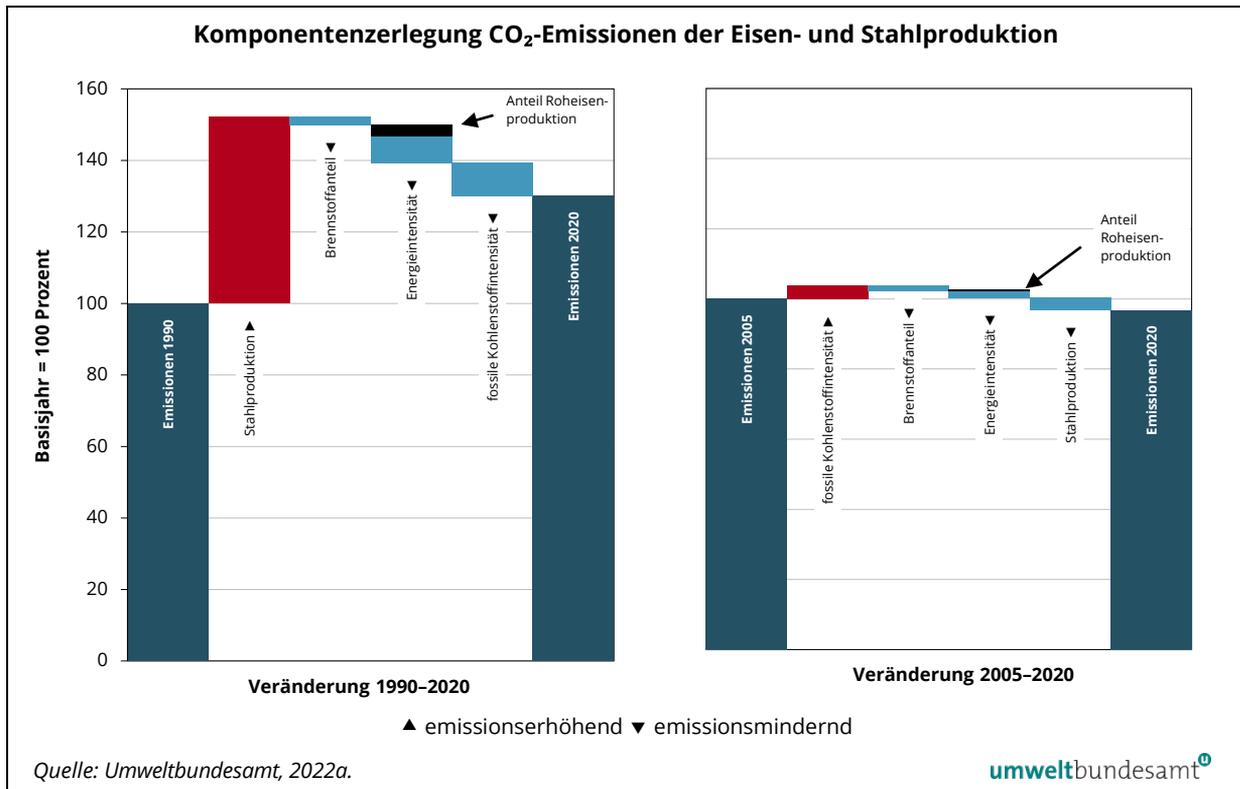
3.1.3.1 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei

das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 46: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



Einflussfaktoren	Definitionen
Stahlproduktion	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden Stahlproduktion in Österreich von 3.921 Kilotonnen (1990) auf 6.187 Kilotonnen (2020) ergibt, wobei es pandemiebedingt gegenüber dem Jahr 2005 mit 6.408 Kilotonnen einen Rückgang der Produktion gab.
Anteil Roheisenproduktion	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils der Roheisenproduktion an der Stahlproduktion von 87,8 % (1990) und 85,4 % (2020) ergibt. Im Zeitraum bis 2005 macht sich der vermehrte Schrotteinsatz bemerkbar. Seit 2005 (mit 85,2 %) ergibt sich hier wieder ein geringfügiger Anstieg.
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 21,6 TJ/kt (2020) 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 97,4 % (2020) ergibt. Hier zeigt sich, dass vermehrt Strom aus dem öffentlichen Netz zugekauft wird.

Einflussfaktoren	Definitionen
fossile Kohlenstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der Reduktion der CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 110 Tonnen/TJ (1990) auf 101 Tonnen/TJ (2020) 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

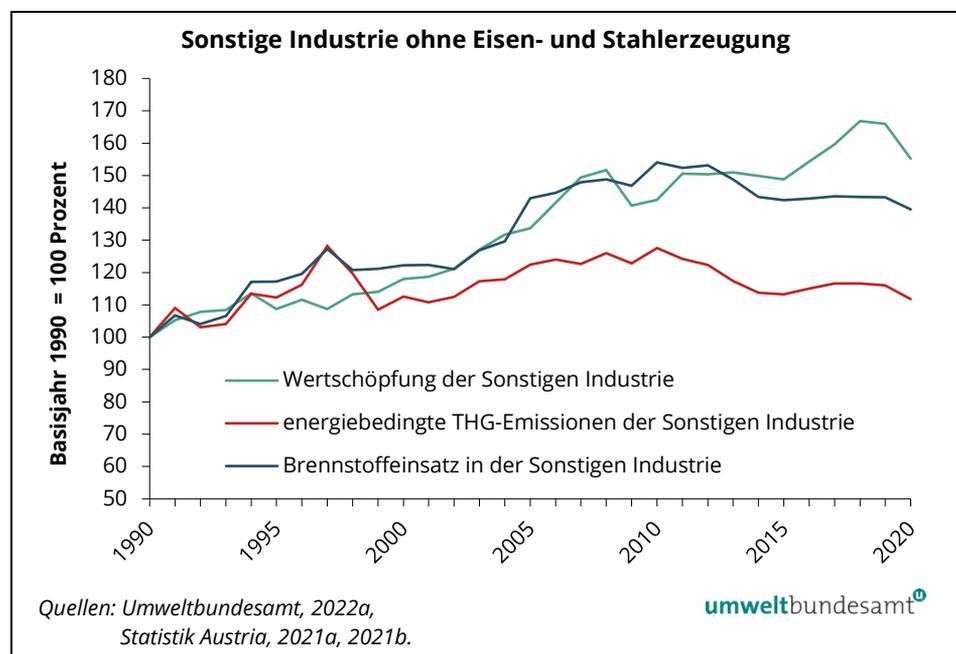
Hauptemittenten In diesem Abschnitt werden die **energiebedingten** Treibhausgas-Emissionen insbesondere aus der Papier- und Zellstoffindustrie, der Chemischen Industrie, der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, der Mineralverarbeitenden Industrie sowie der Bauindustrie und deren Baumaschinen zusammengefasst.

Bezogen auf das Jahr 1990 sind die Treibhausgas-Emissionen dieses Subsektors bis zum Jahr 2020 um 11,8 % gestiegen und liegen 3,6 % unter den Emissionen des Jahres 2019. 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 55 % auf 46,8 Mrd. Euro gestiegen (Statistik Austria, 2021b). 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 (+12 %) erhöht (siehe Abbildung 47).

Abbildung 47:
Energiebedingte
Treibhausgas-
Emissionen,
Wertschöpfung und
Brennstoffeinsatz der
Sonstigen Industrie
(ohne Eisen- und
Stahlproduktion),
1990–2020.

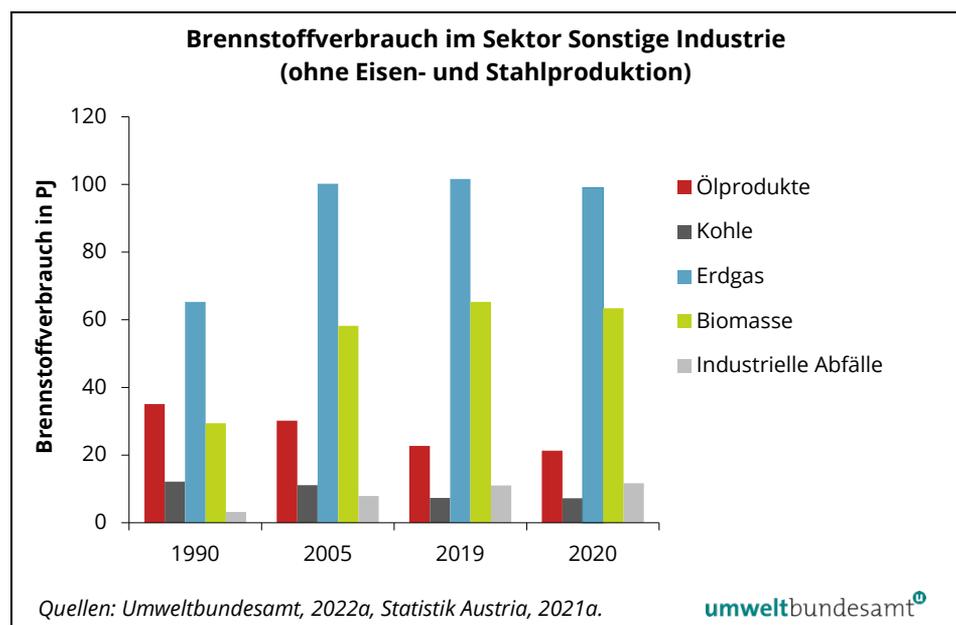


Brennstoffeinsatz und fossile Kohlenstoffintensität

Erdgas ist der wichtigste Brennstoff und für mehr als die Hälfte der CO₂-Emissionen dieser Verursachergruppe verantwortlich. Seit 1990 ist dessen Einsatz um 51,7 % gestiegen (siehe Abbildung 48). Erdgas hatte im Jahr 2020 einen Gesamtanteil am Brennstoffeinsatz von 48,9 %; dieser hat sich seit dem Jahr 2005 nicht wesentlich verändert.

Der **Biomasse**einsatz hat im Zeitraum 1990–2020 um 115 % zugenommen, hatte im Jahr 2020 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, 2019 und 2020.



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 Kohleeinsatz ist seit 1990 um 41 % zurückgegangen und ist seit dem Jahr 2010 relativ konstant. Kohle wird hauptsächlich in der Papier- und Zellstoffindustrie sowie in Zementwerken eingesetzt.

Sonstige Brennstoffe (vorwiegend industrielle **Abfälle**) wurden im Jahr 2020 deutlich mehr eingesetzt als im Jahr 1990. Sie verzeichnen einen Anstieg von 262 % und hatten im Jahr 2020 einen Anteil von 5,7 % am Gesamteinsatz dieses Subsektors.

Ölprodukte hatten im Jahr 2019 einen Anteil von 11 % am Gesamtenergieverbrauch. Seit dem Jahr 1990 kam es zu einem Rückgang um 39 %, wobei die Einsatzmengen seit dem Jahr 2014 relativ konstant geblieben sind. Dieselmotoren für Baumaschinen hatte im Jahr 2020 einen Anteil von 78 % 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 2020.

Tabelle 11: Verbrauch von Brennstoffen der Verursachergruppe Sonstige Industrie (ohne Eisen- und Stahlerzeugung) in den Jahren 1990, 2005, 2019 und 2020 (in Tj) (Quellen: Umweltbundesamt, 2022a, Statistik Austria, 2021a).

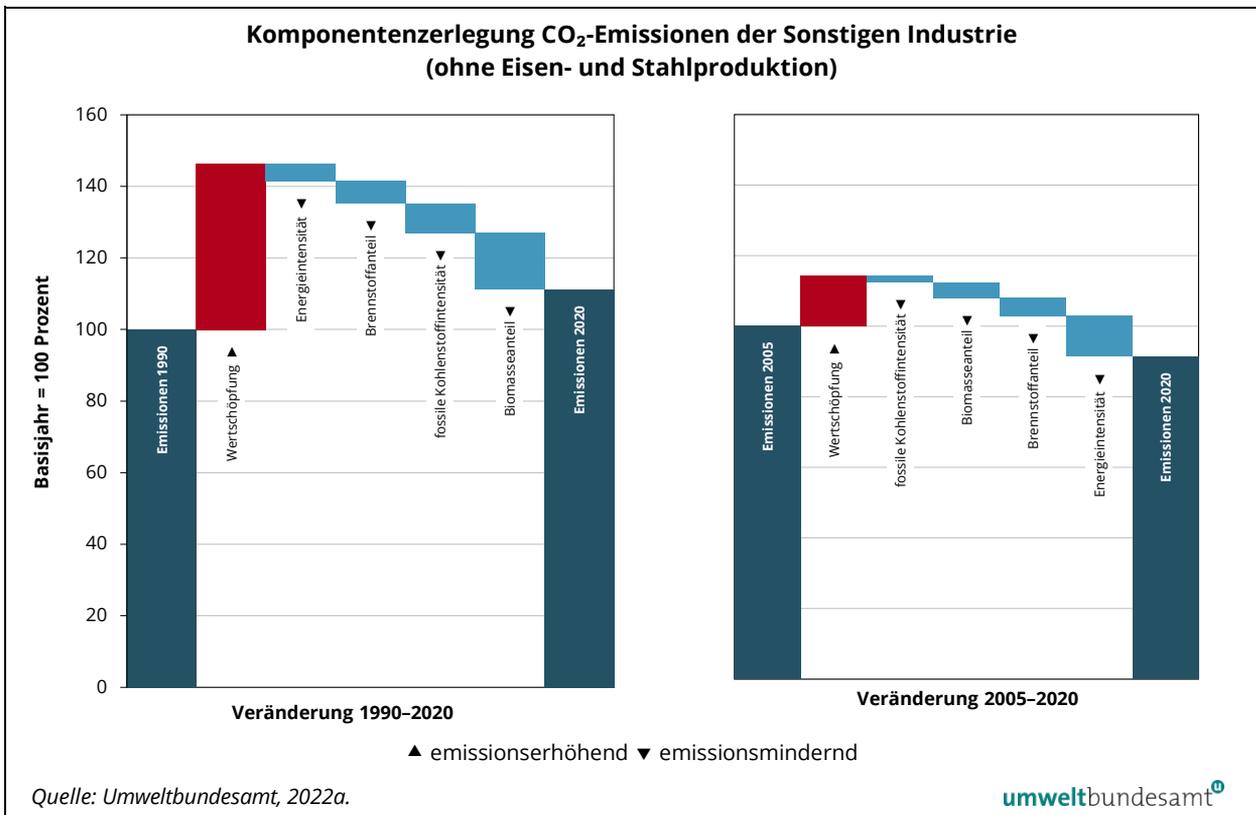
Jahr	Ölprodukte	Kohle	Erdgas	Biomasse	Industrielle Abfälle	Summe
1990	35 086	12 174	65 263	29 449	3 220	145 192
2005	30 174	11 102	100 244	58 238	7 892	207 649
2019	22 679	7 357	101 628	65 254	11 033	207 952
2020	21 314	7 212	99 014	63 445	11 643	202 628
1990–2020	-39 %	-41 %	52 %	115 %	262 %	40 %

3.1.4.1 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen des Subsektors Sonstige Industrie (ohne Eisen und Stahlproduktion) wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 49: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



Einflussfaktoren	Definition
Wertschöpfung	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden realen Wertschöpfung der Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion) von ca. 30 Mrd. Euro (1990) auf rund 40 Mrd. Euro (2005) und rund 47 Mrd. Euro (2020) ergibt. 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.
Energieintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Energieverbrauchs (gesamt, inklusive Strom, Wärme, Treibstoffe) pro Wertschöpfungseinheit von 6.122 TJ/Mrd. Euro (1990) auf 5.844 TJ/Mrd. Euro (2020) ergibt, wobei zwischen 1990 und 2005 (mit 6.591 TJ/Mrd. Euro) ein deutlicher Anstieg beobachtbar war.
Brennstoffanteil	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils des Brennstoffverbrauchs am gesamten Energieverbrauch von 79 % (1990) auf 78 % (2005) und 74 % (2020) ergibt.
fossile Kohlenstoffintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der Verringerung der CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 67 Tonnen/TJ (1990) auf 63 Tonnen/TJ (2005) und 62 Tonnen/TJ (2020) 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.

Einflussfaktoren	Definition
Biomasseanteil	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils der Biomasse am gesamten Brennstoffeinsatz von 20 % (1990) auf 28 % (2005) und 31 % (2020) ergibt. Hier macht sich in erster Linie der Biomasseeinsatz der Papier- und Holzindustrie bemerkbar.

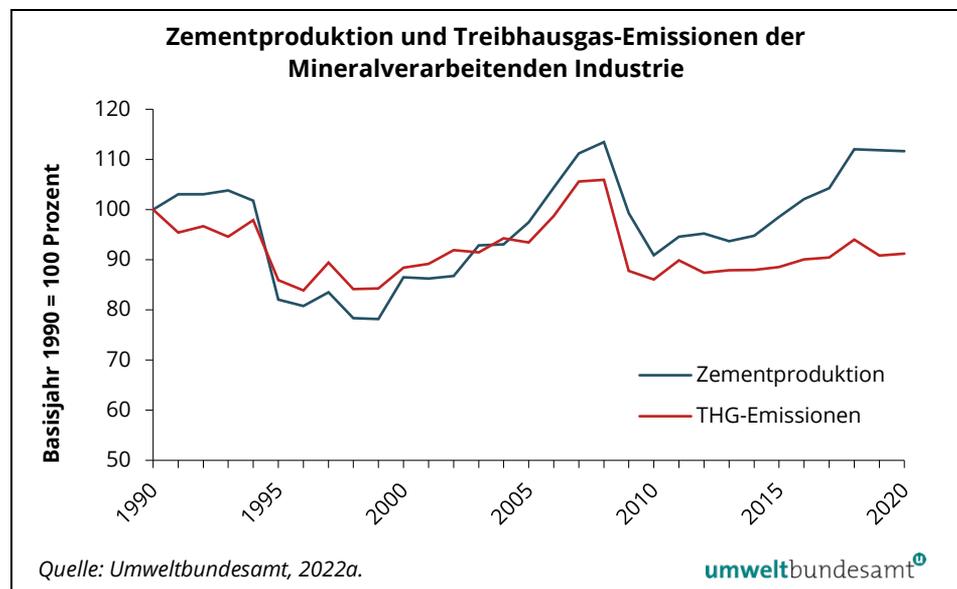
3.1.5 Mineralverarbeitende Industrie

Die prozessbedingten CO₂-Emissionen aus der Mineralverarbeitenden Industrie sind im Zeitraum 1990–2020 um 8,8 % gesunken und waren im Jahr 2020 mit insgesamt 2,8 Mio. Tonnen um 3,8 % höher als im Jahr 2019.

Hauptemittenten Rund 64 % der CO₂-Emissionen wurden im Jahr 2020 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 zeigen die Emissionen einen stetig steigenden Trend.

Abbildung 50:
Zementproduktion
(Produktionsmenge)
und Treibhausgas-
Emissionen aus der
Mineralverarbeitenden
Industrie (nur
prozessbedingte
Emissionen),
1990–2020.



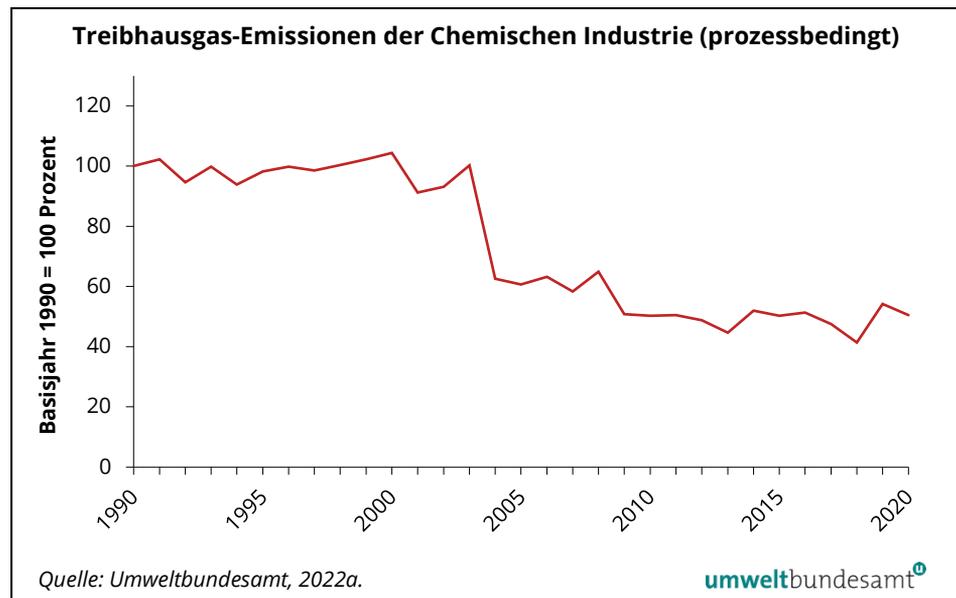
3.1.6 Chemische Industrie

Die prozessbedingten Treibhausgas-Emissionen der Chemischen Industrie sind im Zeitraum 1990–2020 um 50 % (0,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) und 2020 gegenüber dem Jahr 2019 um 7 % (-0,1 Mio. Tonnen) gesunken.

Hauptemittenten Rund 63 % der Treibhausgas-Emissionen dieses Industriezweiges stammten 2020 aus der Ammoniakproduktion, 7 % aus der Salpetersäureproduktion, 6 % 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 2020 lagen die prozessbedingten Emissionen um insgesamt 50 % unter den Emissionen von 1990. Hauptverursacher für den Rückgang der Emissionen von 2019 auf 2020 ist die Salpetersäureproduktion.

Abbildung 51:
Treibhausgas-
Emissionen
(prozessbedingt) der
Chemischen Industrie,
1990–2020.

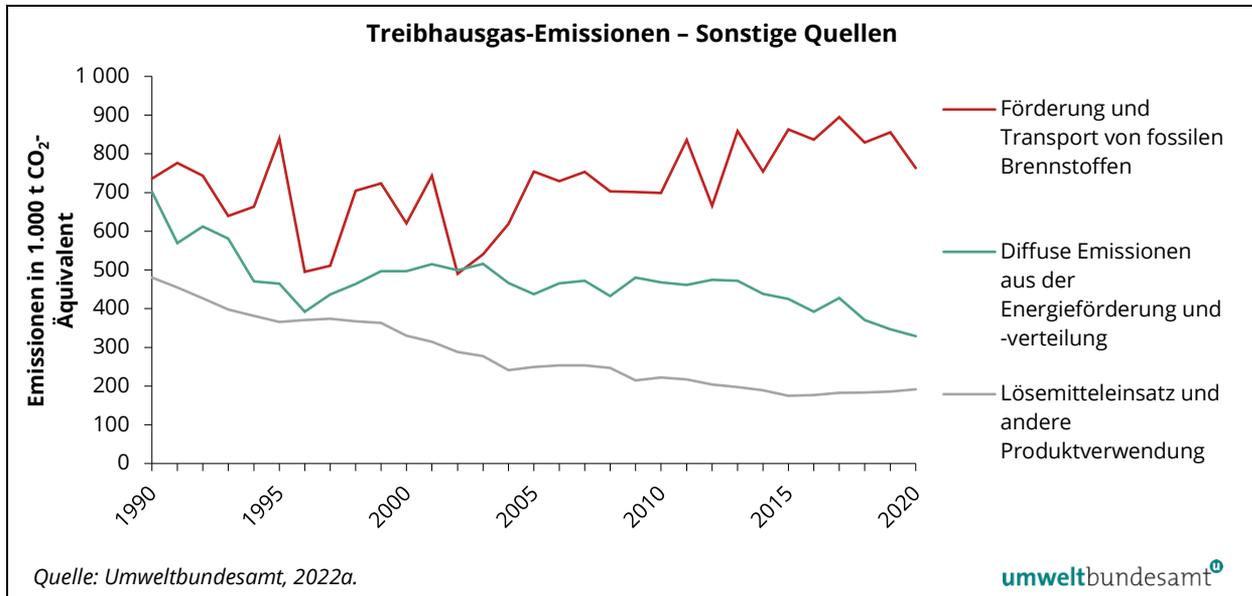


3.1.7 Sonstige Emissionsquellen

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 2020 ca. 1,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und somit 1,7 % der gesamten Treibhausgas-Emissionen Österreichs. Zwischen 1990 und 2020 sind die Emissionen um 33 % gesunken, im Vergleich zum Vorjahr wurde eine Abnahme um 7,6 % verzeichnet.

Abbildung 52: Treibhausgas-Emissionen aus Sonstigen Quellen, 1990–2020.



trendbestimmende Faktoren

Förderung und Transport von fossilen Brennstoffen

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 1990–2020 um 3,7 % angestiegen und beliefen sich im Jahr 2020 auf 0,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, wovon 84 % 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

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 2020 betrug 0,4 % bzw. 0,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

trendbestimmende Faktoren

Die diffusen Treibhausgas-Emissionen aus der Energieförderung und -verteilung haben im Zeitraum 1990–2020 insgesamt um 53 % 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.

Lösemittelseinsatz und andere Produktverwendung

trendbestimmende Faktoren

Der Rückgang der Treibhausgas-Emissionen seit 1990 ist auf den rückläufigen Lösemittelseinsatz zurückzuführen. Aufgrund diverser legislativer Instrumente (u. a. der Lösungsmittelverordnung), aber auch aufgrund des geringeren Narkosemittelseinsatzes (Einsatz von Lachgas im Anästhesie-Bereich) sind die Emissionen aus diesem Bereich seit 1990 um 60,1 % zurückgegangen. Ab dem Jahr 2005 werden auch die CO₂-Emissionen aus „AdBlue“⁴⁹ in dieser Kategorie berücksichtigt, die sich im Jahr 2020 auf rund 40 Kilotonnen beliefen.

3.1.8 Vergleich Emissionshandels- und Nicht-Emissionshandels-Bereich

3.1.8.1 EU-Emissionshandel

Reduktionsziel: 21 %

Für den EU-Emissionshandel wurde auf EU-Ebene ein Reduktionsziel von 21 % bis zum Jahr 2020 gegenüber 2005 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 2020 auf 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 83,5 % der insgesamt 32,4 Mio. Tonnen des Sektors Energie und Industrie. 2021 betrug die geprüften Emissionen der EH-Betriebe 28,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

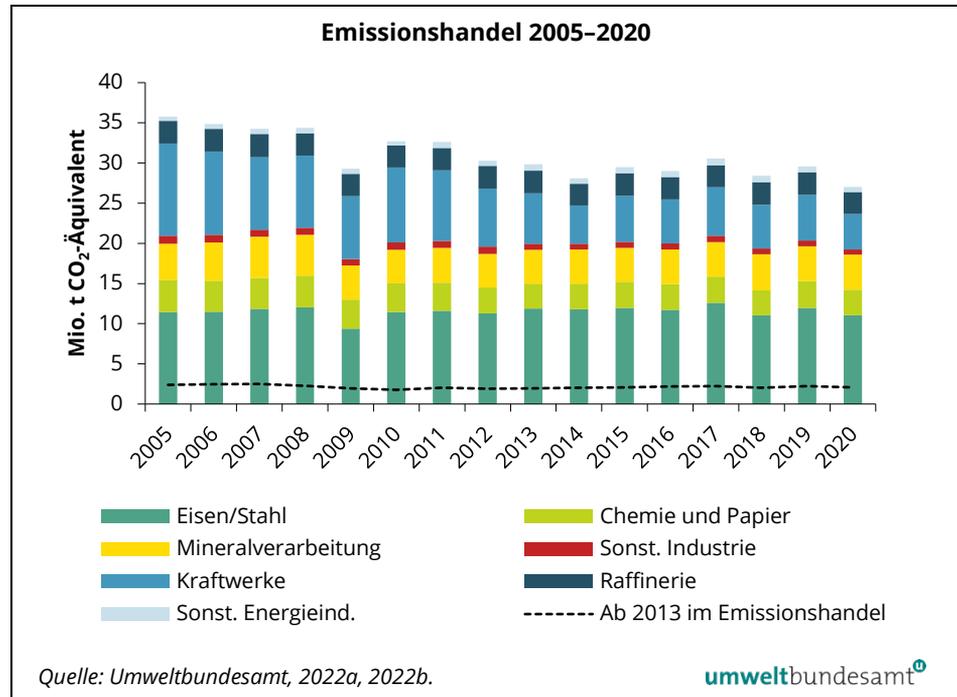
Die Emissionen der ab 2013 neu aufgenommenen Emissionshandelsanlagen beliefen sich in den Jahren 2013–2020 auf jeweils rund 2–2,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (siehe Abbildung 55).

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

⁴⁹ „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.

Abbildung 53 zeigt die Emissionen der Emissionshandelsanlagen von 2005 bis 2020 in der Abgrenzung ab 2013.

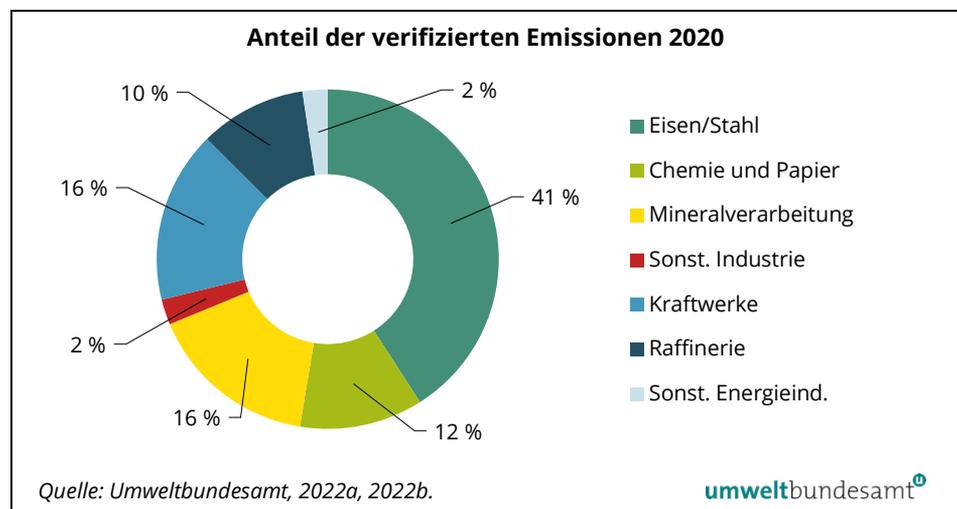
Abbildung 53:
Treibhausgas-
Emissionen der
Emissionshandels-
anlagen 2005–2020 in
der Abgrenzung
ab 2013.



Hauptverursacher

Derzeit sind in Österreich rund 190 stationäre Anlagen vom EU-Emissionshandel erfasst. Der Großteil der Emissionen im Jahr 2020 stammte von Betrieben aus der Eisen- und Stahlindustrie (41 %), gefolgt von Kraft- und Fernwärmewerken (16 %), den Mineralverarbeitenden Betrieben (16 %), der Chemischen Industrie und der Papierindustrie (12 %) sowie der Raffinerie (10 %).

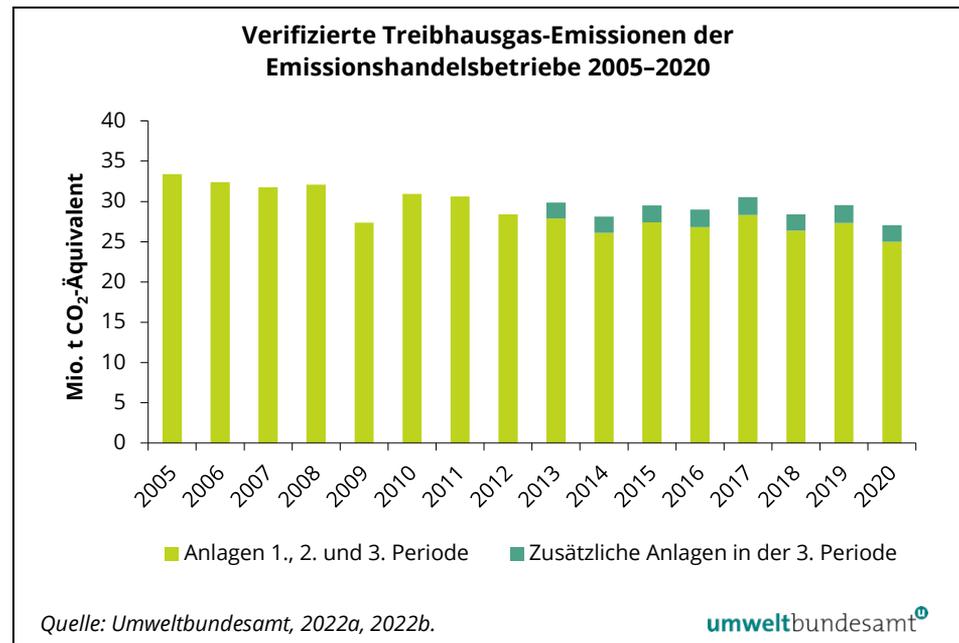
Abbildung 54:
Anteil der EH-Emissionen
des Sektors Energie und
Industrie im Jahr 2020
nach ausgewählten
Sektoren.



Trend der Treibhausgas-Emissionen

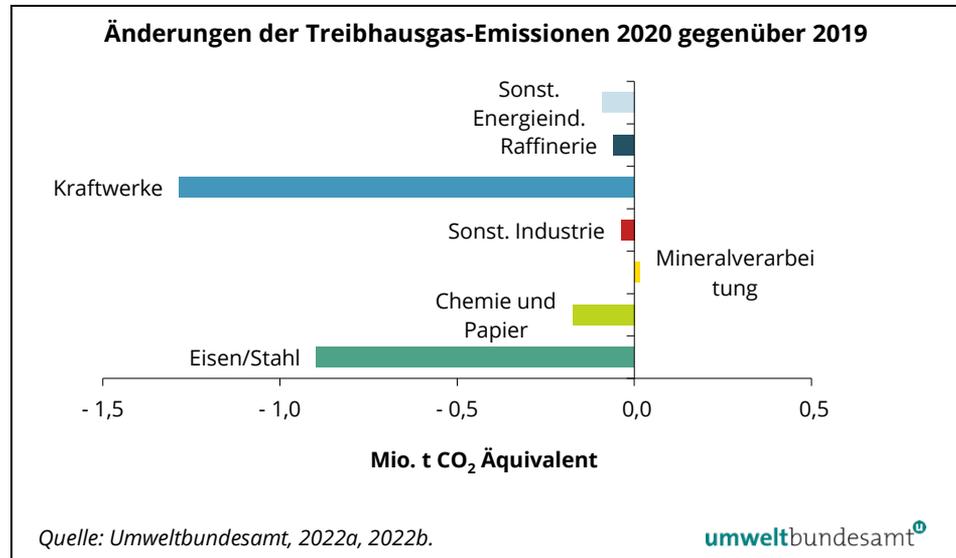
Die Emissionen der österreichischen Emissionshandelsbetriebe sind seit dem Beginn des EU-Emissionshandels im Jahr 2005 gesunken, wobei es im Jahr 2009 zu einem Rückgang der Emissionen aufgrund der Wirtschaftskrise kam. Die in Abbildung 55 gesondert dargestellten Emissionen aus „Erweiterung in der 3.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

Abbildung 55: Treibhausgas-Emissionen der Emissionshandelsbetriebe in Österreich, 2005–2020.



Im Jahr 2020 fielen die Treibhausgas-Emissionen der österreichischen Emissionshandelsanlagen im Vergleich zum Jahr 2019 um 8,6 % bzw. 2,5 Mio. Tonnen auf 27,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, was auf die Pandemie zurückzuführen ist. Abbildung 56 zeigt die Änderungen bei den Emissionen nach ausgewählten Sektoren. Die bereits vorliegenden Daten für 2021 zeigen aufgrund der wirtschaftlichen Erholung im zweiten Pandemiejahr einen Anstieg um 6,3 % auf 28,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

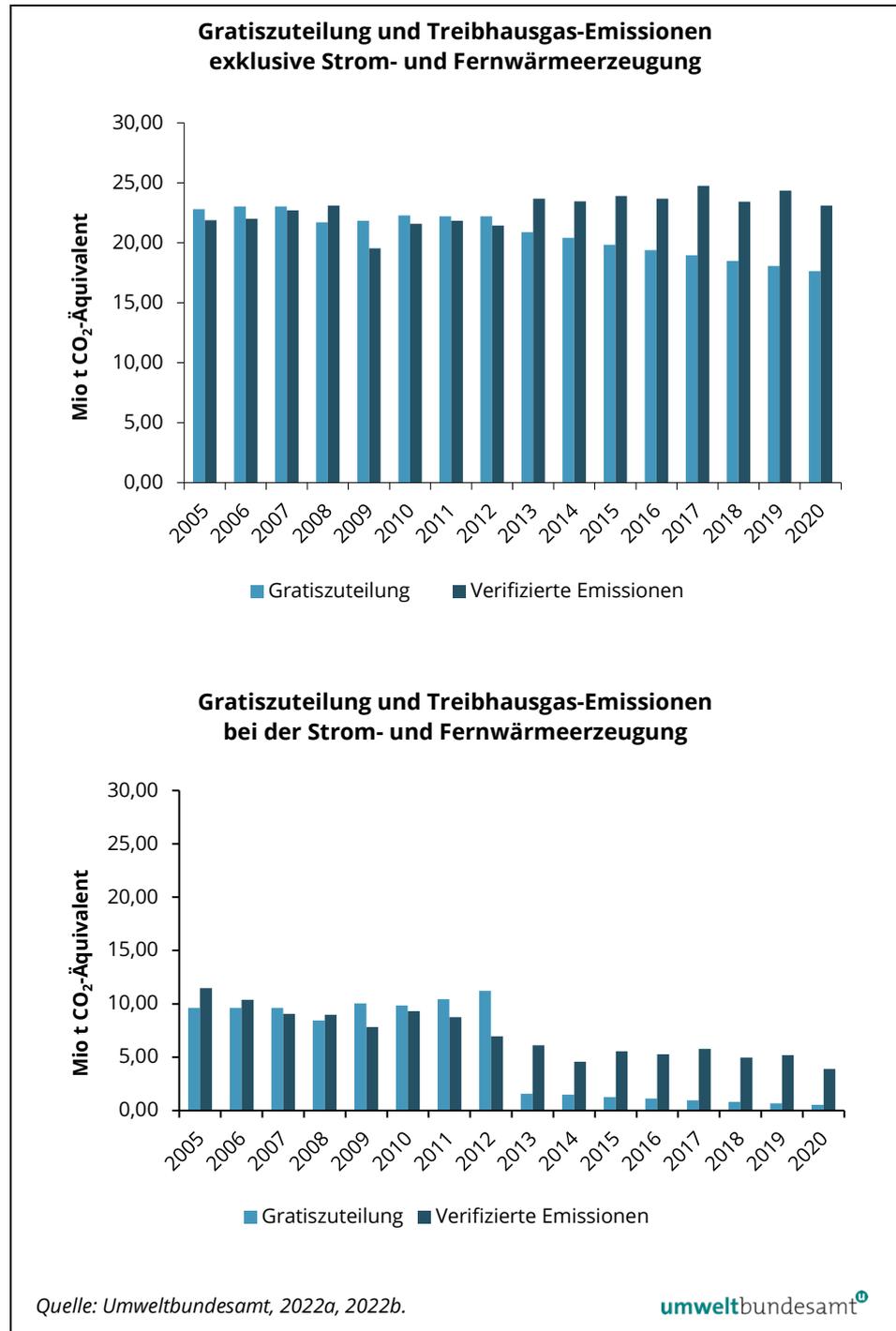
Abbildung 56:
Änderung der Treibhausgas-Emissionen
2020 gegenüber 2019
nach ausgewählten
Sektoren.



Die Gratiszuteilung an die österreichischen Emissionshandelsbetriebe exklusive Strom- und Fernwärmeerzeugung 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. Während im Zeitraum bis 2012 im Bereich Strom- und Fernwärmeerzeugung eine sehr hohe Abdeckung mit kostenloser Zuteilung gegeben war, werden diesem Bereich seit 2013 nur noch in sehr geringem Ausmaß Gratiszertifikate zugeteilt. Seit 2013 ist insbesondere für die 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 2013–2020 etwa gleichgeblieben. Der Anstieg der Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2013 ist wiederum hauptsächlich auf die Erweiterung des Geltungsbereiches des Emissionshandelssystems zurückzuführen.

Abbildung 57:
Vergleich Gratiszuteilung
und Treibhausgas-
Emissionen 2005–2020.



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 fielen im Zeitraum 2019–2020 aufgrund der Pandemie um 68 % und betragen 2020 1.198 Kilotonnen CO₂-Äquivalent, wobei zu berücksichtigen ist, dass im Zeitraum 2013–2023 nur Flüge innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) in den Emissionshandel einbezogen werden. Die Luftverkehrsbetreiber

erhielten eine Gratiszuteilung von Zertifikaten in Höhe von durchschnittlich ca. 66 % der Emissionen ihrer Flotte.⁵⁰ Für die Abdeckung der restlichen Emissionen mussten sie Zertifikate ankaufen.

Die bereits vorliegenden Daten für das Jahr 2021 zeigen aufgrund der wirtschaftlichen Erholung im zweiten Pandemiejahr einen Anstieg der Emissionen im Luftverkehr von 30 % auf 1.559 Kilotonnen CO₂-Äquivalent gegenüber 2020.

3.1.8.2 Anlagen außerhalb des Emissionshandels

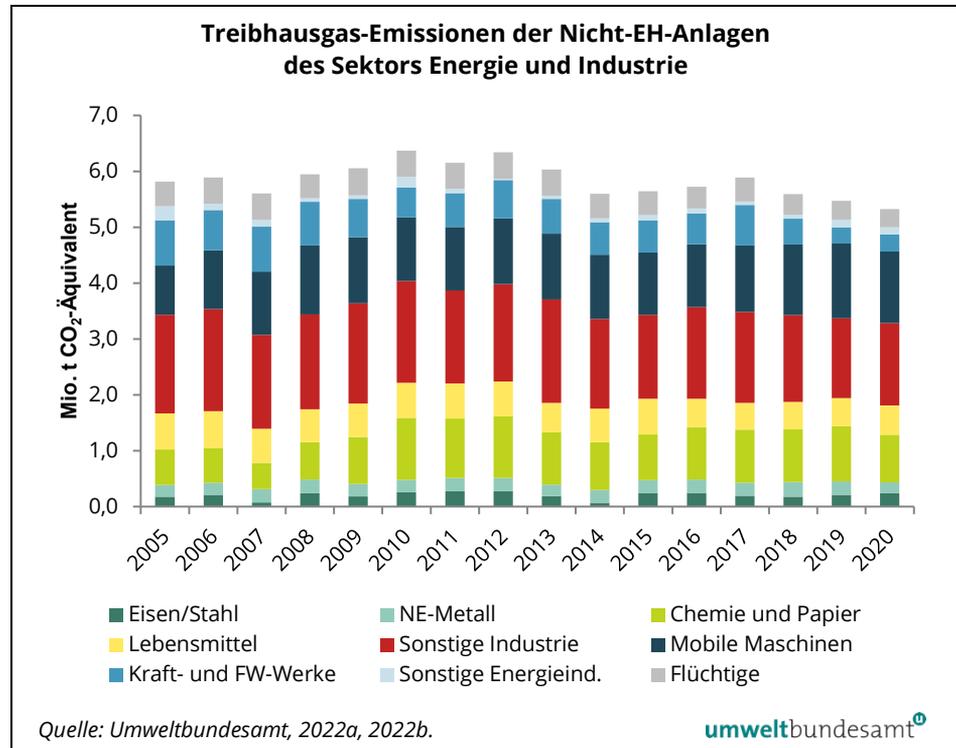
Die Treibhausgas-Emissionen der nicht vom Emissionshandel erfassten Anlagen beliefen sich im Jahr 2020 auf 5,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent bzw. 16,5 % der Gesamtemissionen des Sektors Energie und Industrie. Sie hatten einen Anteil von 11,4 % an den Gesamtemissionen außerhalb des Emissionshandels bzw. von 7,2 % 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.

trendbestimmende Faktoren

Die Emissionen von Anlagen außerhalb des Emissionshandels haben von 2019 auf 2020 um insgesamt 0,1 Mio. Tonnen bzw. 2,7 % abgenommen. Bezogen auf die unterschiedlichen Branchen sind im Jahr 2020 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.

⁵⁰ Daten für 2012 sind hier nicht einbezogen, da diese aufgrund von Ausnahmeregelungen nicht mit den Daten für 2013–2015 vergleichbar sind.

Abbildung 58:
Treibhausgas-
Emissionen der Nicht-
EH-Anlagen des Sektors
Energie und Industrie,
2005–2020.



Energieindustrie

Die Emissionen des Nicht-EH aus der Energieindustrie beliefen sich im Jahr 2020 auf 0,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lagen 1,0 % unter jenen des Vorjahres.

Kraft- und Fernwärmewerke

Die öffentlichen Kraft- und Fernwärmewerke, die nicht vom Emissionshandel erfasst sind, beinhalten im Wesentlichen Standorte mit einer Gesamt-Brennstoffwärmeleistung von weniger als 20 MW sowie Biomasseheiz(kraft)werke. Die Treibhausgas-Emissionen betragen im Jahr 2020 rund 0,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lagen um 4 % unter dem Vorjahr. Es werden vor allem die CO₂-Emissionen der fossilen Brennstoffe Erdgas (ca. 0,2 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 2020 auf rund 0,3 Mio. Tonnen und lagen um 5 % unter jenen des Vorjahres. Rund 33 % sind auf CO₂-Emissionen, die bei der Erdgasreinigung anfallen, zurückzuführen. Die restlichen 67 % der CO₂-Äquivalente setzen sich aus Methanverlusten bei der Öl- und Gasförderung und beim Erdgasnetz zusammen.

Sonstige Energieindustrie

Die Sonstige Energieindustrie des Nicht-EH beinhaltet auch den nicht näher spezifizierten Erdgas-Eigenverbrauch der Erdöl- und Gasförderung und der Gasversorgungsunternehmen. Die Treibhausgas-Emissionen daraus haben im Jahr 2020 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent beigetragen.

Produzierende Industrie

Hauptverursacher

Die Emissionen des Nicht-EH aus der Produzierenden Industrie beliefen sich im Jahr 2020 auf 4,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren um 3,0 % niedriger als im Vorjahr. Etwa 0,2 Mio. Tonnen sind auf Prozessemissionen und rund 0,2 Mio. Tonnen auf flüchtige Emissionen aus der Produktverwendung zurückzuführen. Rund 4,2 Mio. Tonnen entstanden durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe. Die hier erfassten Betriebe unterliegen aufgrund ihrer geringen (Produktions-)Kapazität nicht dem Emissionshandel. Weiters 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 (0,3 Mio. Tonnen CO₂) und industrieller Abfall (0,1 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 1,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent lagen die Emissionen dieses Sektors im Jahr 2020 3 % über dem Vorjahr. Die indirekten⁵¹ CO₂-Emissionen aus der Lösemittelverwendung betragen im Jahr 2020 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 2020 mit 0,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent gegenüber dem Vorjahr ebenfalls etwa gleichbleibend.

Die Emissionen der Chemischen Industrie und der Papierindustrie beliefen sich im Jahr 2020 auf ca. 0,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren um 14 % niedriger als im Vorjahr. Ungefähr 0,7 Mio. Tonnen CO₂ stammen aus der Verbrennung von Erdgas, Heizöl und industriellen Abfällen.

Die Emissionen der Nichteisen-Metall- und Stahlerzeugungsbetriebe beliefen sich im Jahr 2020 auf 0,4 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren um ca. 3 % 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 2020 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.

⁵¹ Der in den Lösemitteln (Flüchtige Kohlenwasserstoffe, Alkohole) enthaltene Kohlenstoff wird in CO₂ umgerechnet.

3.2 Sektor Verkehr

Sektor Verkehr			
THG-Emissionen 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG- Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
20,7*	28,2 %	-13,6 %	+50,7 %

* inkl. CO₂ aus nationalem Flugverkehr (0,02 Mio. t); wird gemäß ESD/KSG nicht berücksichtigt

Emissions-Trend

Der Sektor Verkehr weist im Jahr 2020 THG-Emissionen im Ausmaß von ca. 20,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent auf. Im Vergleich zu 2019 sind die Emissionen um 13,6 % (-3,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent) gesunken.

Pandemie führt zu Einbruch der Pkw-Fahrleistung

Der starke Rückgang der Emissionen ist hauptsächlich dem Einbruch der Pkw-Fahrleistung im Pandemiejahr 2020 geschuldet und folglich dem Einbruch beim Kraftstoffabsatz: Im Vergleich zu 2019 wurden um rund 11 % weniger Dieselmotorkraftstoffe abgesetzt (inkl. Beimengung von Biokomponenten), bei Benzin waren es um rund 17 % weniger. Der Absatz von Biokraftstoffen – pur wie beigemischt – ist ebenso gesunken. Bisher konnte Österreich nur in den Jahren 2005 bis 2012 sinkende THG-Emissionen im Verkehrssektor verzeichnen. Die Emissionen sind seitdem aufgrund des wachsenden Verkehrsaufkommens stetig gestiegen, im Pandemiejahr 2020 jedoch förmlich eingebrochen.

Die Fahrleistung des Pkw-Verkehrs im Inland ist gegenüber 2019 um rund 17 % zurückgegangen, jene von Lkw und Bussen um rund 2 %. Diesel-Pkw dominieren bei der Pkw-Fahrleistung weiterhin mit rund 66 %.

Anteil Biokraftstoffe neuerlich gesunken

Insgesamt wurden im Jahr 2020 rund 6,08 % der verkauften Kraftstoffe durch Biokraftstoffe substituiert. Dieser Anteil liegt über dem in der Kraftstoffverordnung festgesetzten Substitutionsziel von 5,75 % (gemessen am Energieinhalt) des in Verkehr gebrachten fossilen Treibstoffs, zeigt aber neuerlich einen Rückgang im Vergleich zum Vorjahr (-0,11 %). Der Höchstwert des Jahres 2015 (8,9 %) konnte 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 2020 eine Emissionsminderung im Verkehrssektor von rund 1,33 Mio. Tonnen CO₂ (BMK, 2021a).

Bei den Neuzulassungen setzt sich der Trend des sinkenden Anteils neuer Diesel-Pkw seit Jänner 2017 fort, während die Neuzulassungen rein elektrischer Pkw (BEV) kontinuierlich ansteigen. Ebenfalls wurden im Jahr 2021 abermals mehr konventionell angetriebene Pkw mit Ottomotor bzw. inkl. Otto-Hybrid (53,7 %) als mit Dieselmotor bzw. Diesel-Hybrid neu zugelassen.

CO₂-Ziel der EU für Neuwagenflotte wirkt

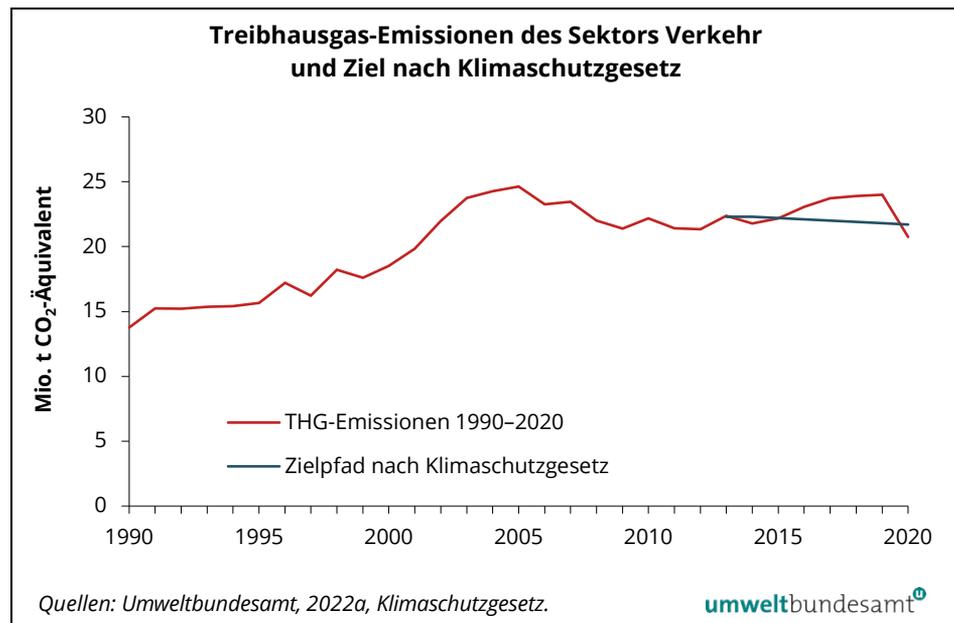
Man sieht nach wie vor einen Trend bei den Neuzulassungen zu großen, schweren Diesel-Pkw mit leistungsstarken Motoren (SUVs). Das EU CO₂-Emissionsziel von 95 g/km in 2021 für die Neuwagenflotte führte 2020 jedoch zu einem niedrigeren durchschnittlichen Wert der CO₂-Emissionen aller neuen Pkw (112,3 g/km). Dieser hat gegenüber dem Vorjahr um 10,5 % abgenommen. Die

errechneten CO₂-Emissionen lagen im Durchschnitt für benzinbetriebene Pkw bei 121,2 g/km (6,6 g/km weniger als 2019) und für dieselbetriebene Pkw bei 126,2 g/km (7,1 g/km weniger als 2019).

Erreichung Klimaziel im Verkehr eher Zufall

Die sektorale Höchstmenge nach Klimaschutzgesetz wurde für das Jahr 2020 im Verkehr unterschritten. Dieser Wert ist aber angesichts des Trendverlaufs der letzten Jahre und des Beginns der Pandemie im Jahr 2020 wenig aussagekräftig.

Abbildung 59: Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Verkehr, 1990–2020, 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, ließen Absatz und Emissionen fünf Jahre in Folge bis zum Pandemiejahr 2020 steigen.

Mit 20,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent war der Verkehrssektor 2020 erneut der größte Verursacher von Treibhausgas-Emissionen außerhalb des Emissionshandels. Seit 1990 verzeichnet der Sektor Verkehr (inklusive nationalem Flugverkehr) mit einer Emissionszunahme von 50,7 % den höchsten Zuwachs aller Sektoren im Zeitraum 1990–2020, im Wesentlichen verursacht durch den Anstieg der Fahrleistung im Straßenverkehr.

Fahrleistung ist gesunken Die gesamte Fahrleistung auf der Straße im Inland (Pkw- und Güterverkehr) ist von 2019 auf 2020 um rund 16 % gesunken. Trotz einer Reduktion der Pkw-Kilometer seit 1990 um 45 % sanken die Personenkilometer lediglich um 25 %. Ursache dafür ist eine Verminderung des Besetzungsgrades pro Fahrzeug von 1,4 auf 1,14 Personen. Die Lkw-Fahrleistung im Inland (leichte und schwere Nutzfahrzeuge) stieg seit 1990 um rund 70 %, die Transportleistung in Tonnenkilometern um 164 %. 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 17 %; jener 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, 2022a).

Hauptverursacher	1990	2005	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Ver- änderung 1990–2020	Anteil an den gesamten Emissionen 2020
Straßenverkehr	13 461	24 251	23 640	20 509	-13,2 %	+52,4 %	27,9 %
davon Güterverkehr (schwere und leichte Nutzfahrzeuge)	4 121	9 648	8 736	8 263	-5,4 %	+100,5 %	11,2 %
davon Personenverkehr (Pkw, Mofas, Busse, Motorräder)	9 340	14 603	14 904	12 246	-17,83 %	+31,1 %	16,6 %

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

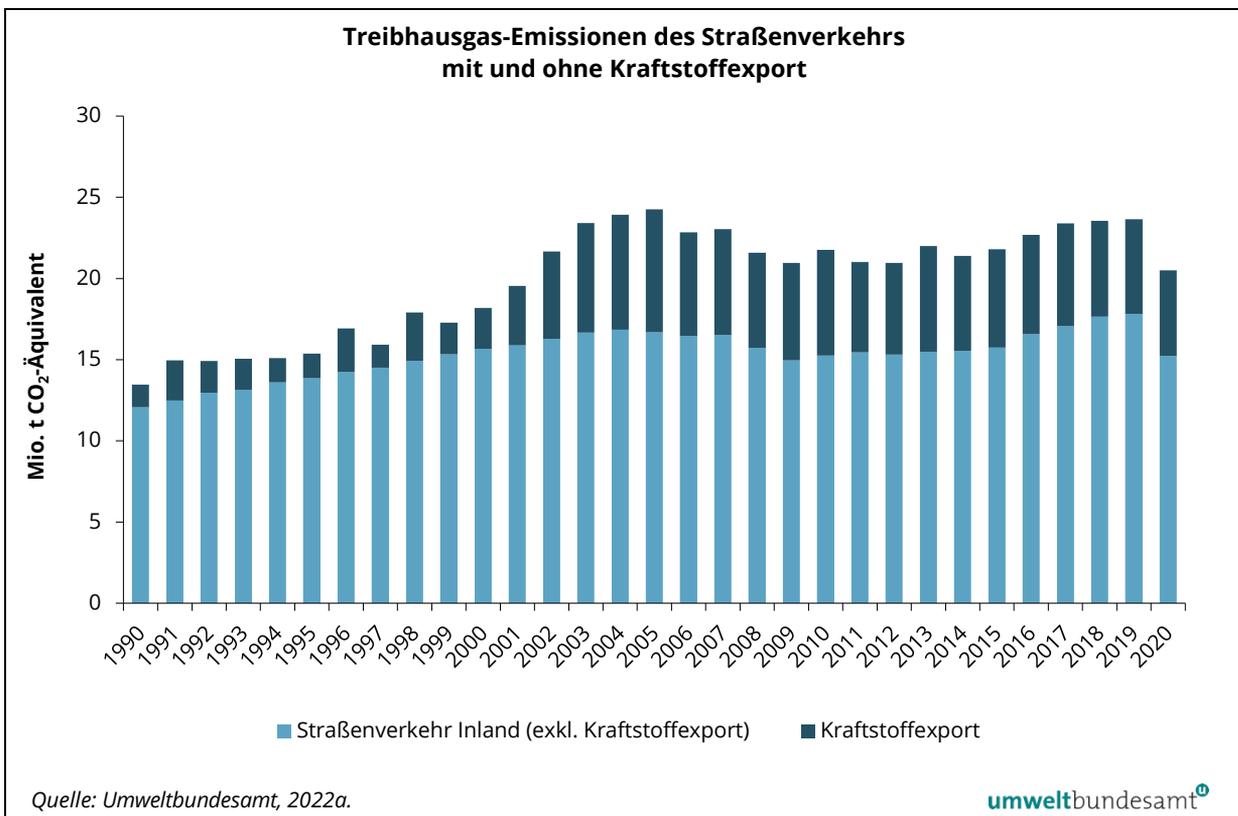
berechneten Inlandsverbrauch ermitteln. Der Inlandskraftstoffeinsatz wird auf Basis der Fahrleistungen (Kfz-km) von Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeugen sowie dem Kraftstoffeinsatz im Offroad-Verkehr abgeleitet. Die Differenz zur Kraftstoffverkaufsmenge ergibt in weiterer Folge die zugehörigen Emissionen 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 2020 wurden etwa 26 % der Treibhausgas-Emissionen aus dem Straßenverkehr dem Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks zugewiesen. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Kraftstoffexport um rund 9,7 % 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 2020 waren dies rund 5,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent.

Abbildung 60: Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs mit und ohne Kraftstoffexport, 1990–2020.



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 im Jahr 2020 mit 6,08 % übertraffen (BMK, 2021a). Das entspricht einer relativen Abnahme um 0,11 % im Vergleich zum Vorjahr (6,19 %). 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 den 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, 2021a).

Im Jahr 2020 konnten rund 1,33 Mio. Tonnen CO₂ 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 2005–2020 (Quelle: BMK, 2021a).

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 -	
							Energie	Einsparung
							[GWh]	[1.000 t]
2018	507	85	3	0,3	18	0,3	6 110	1 612
2019	485	82	4	0,1	21	0,3	5 914	1 560
2020	415	67	15	0,1	10	0,3	5 043	1 331

Bioethanol und Bio-ETBE werden vorwiegend beigemengt, während Pflanzenöl ausschließlich in purer Form eingesetzt wird. Biodiesel und HVO werden über beide Distributionskanäle vertrieben, wobei auch hier der überwiegende Anteil (92 %) Dieselkraftstoffen beigemengt wird.

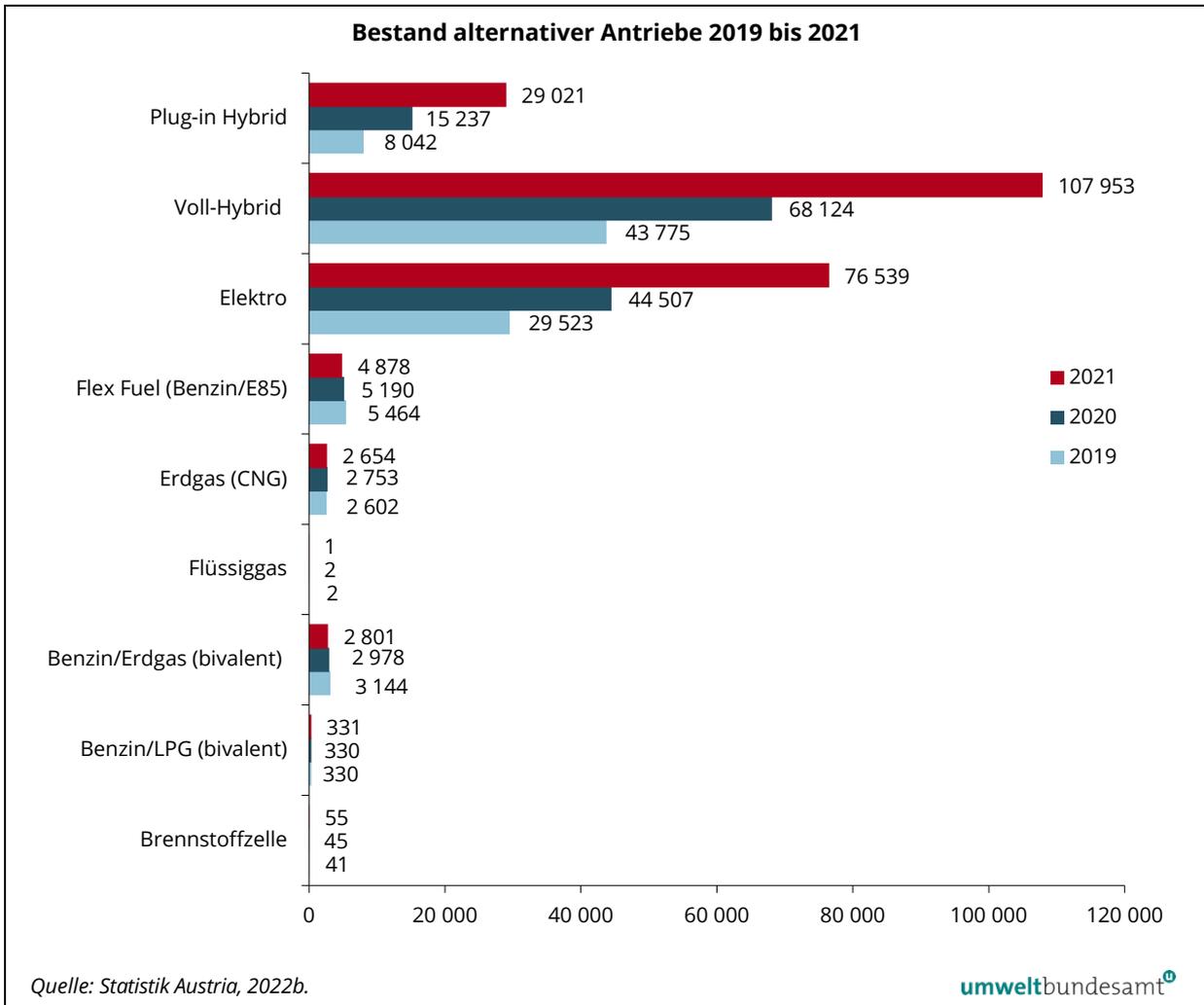
Alternative Antriebe bei Pkw

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 2021 waren bereits 13,9 % (2020: 6,4 %) aller neu zugelassenen Pkw batterieelektrische Fahrzeuge und damit lokal CO₂-frei (Statistik Austria, 2022a).

v. a. Hybrid- und Elektrofahrzeuge

Die Bestandsstatistik 2021 zeigt, dass der überwiegende Teil der alternativ angetriebenen Personenkraftwagen aus Hybridfahrzeugen besteht. Die zweitgrößte Gruppe mit beinahe 77.000 (2020: 45.000) Fahrzeugen bilden die batterieelektrischen Pkw. 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, 2022b).

Abbildung 61: Bestand alternativer Antriebe 2019–2021.



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 Euro für alternative, umweltfreundliche Antriebsmotoren, wie Hybrid-, Erd-, Bio- 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 2022 verlängert wurde. Zusätzlich sind Elektrofahrzeuge in gewerblichen Flotten seit 2016 vom Sachbezug befreit sowie vorsteuerabzugsfähig.

3.2.1 Straßenverkehr

Emissionsanstieg nach Fahrzeugkategorien

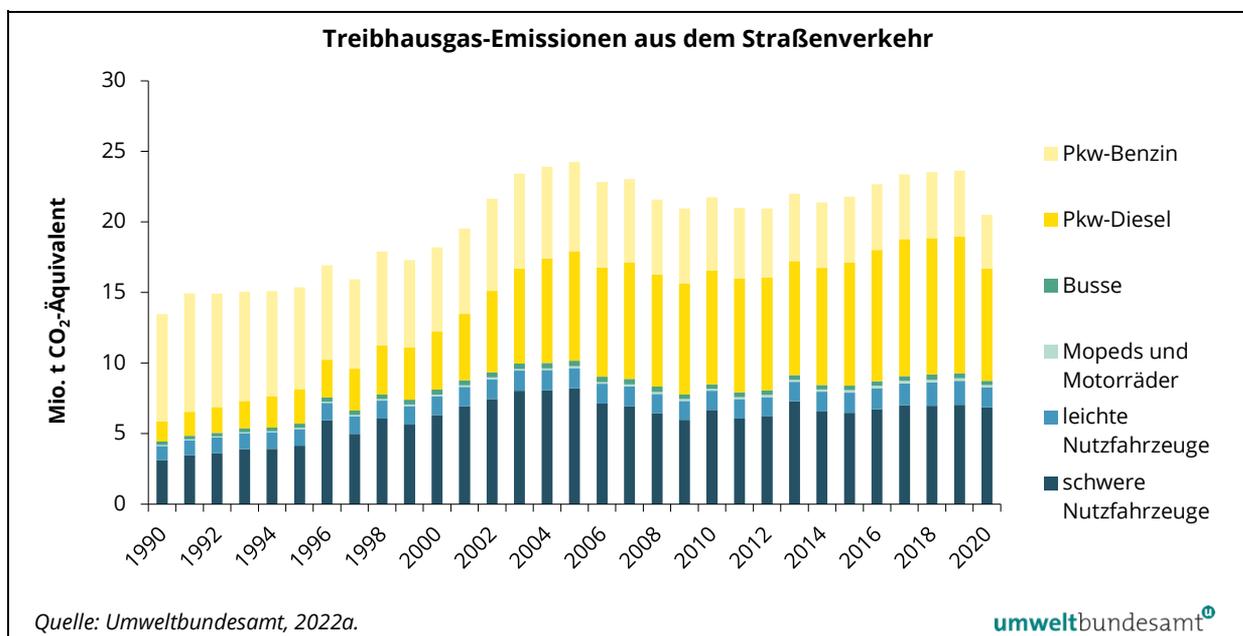
Etwa 60 % der Treibhausgas-Emissionen des gesamten Straßenverkehrs sind dem Pkw-Verkehr zuzuordnen, wobei dessen Emissionen zwischen 1990 und 2020 um 31 % angestiegen sind. 40 % der Emissionen entfielen auf den Güterverkehr, der schwere und leichte Nutzfahrzeuge umfasst. Besonders die Entwicklung der Diesel-Pkw zeigt einen sehr starken Anstieg: Von 1990 bis 2020 sind deren Treibhausgas-Emissionen um rund 457 % gestiegen.⁵²

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, 2022a).

Jahr	Pkw-Benzin	Pkw-Diesel	Mofas und Motorräder	Busse	leichte Nutzfahrzeuge	schwere Nutzfahrzeuge
1990	7 600	1 430	69	241	1 024	3 097
2005	6 332	7 764	125	382	1 435	8 213
2019	4 669	9 683	184	367	1 681	7 055
2020	3 797	7 969	188	292	1 393	6 870
1990-2020	-50,0 %	+457,4 %	+170,6 %	+21,4 %	+36,0 %	+121,9 %

Abbildung 62: Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugkategorien, 1990–2020.



⁵² 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 bzw. tiefer liegen.

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 Benziner seit 1990 zurückgegangen sind, ist die Fahrleistung der Diesel-Pkw im Vergleich zu 1990 fünfmal so hoch. 2020 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. Seit 2018 ist abermals ein Rückgang bei den Pkw-Neuzulassungen zu verzeichnen. Rund 43 % der Pkw-Neuzulassungen im Jahr 2020 waren reine Benzinfahrzeuge (107.330) und rund 36 % reine Dieselfahrzeuge (89.965). Die restlichen Prozente entfielen auf alternative Antriebskonzepte (6,4 % Elektro- und 13,7 % sonstige alternative Antriebe inklusive Hybridfahrzeuge).

Im Jahr 2020 wurden zum vierten Mal seit Beginn des Monitorings mehr Benzinals Dieselfahrzeuge zugelassen. Dieser Trend zieht sich auch im Jahr 2021 weiter, wie statistische Neuzulassungsdaten zeigen. Für diesen allgemeinen Trend ist unter anderem auch die Verunsicherung der Fahrzeughalter:innen verantwortlich, die vom Dieselskandal ausgelöst wurde (BMK, 2022b).

Abbildung 63: Pkw-Neuzulassungen, 2000–2020.

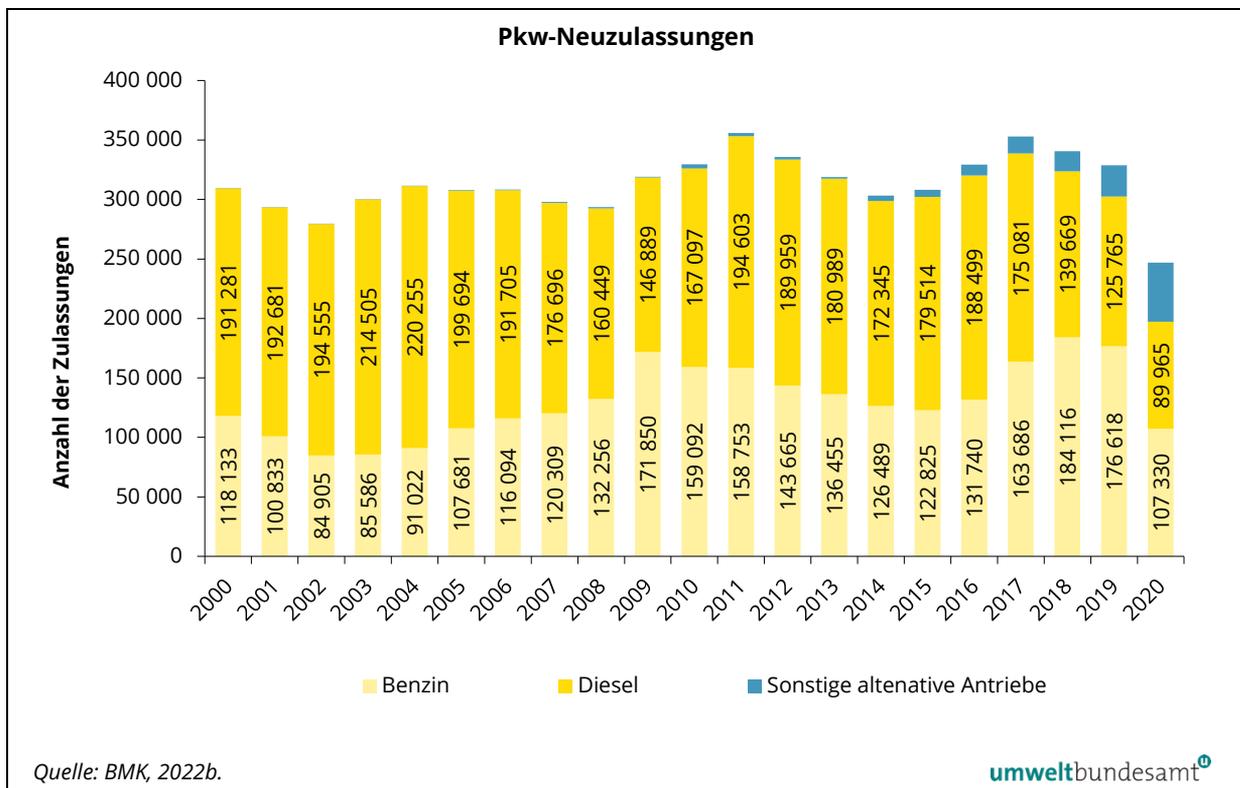
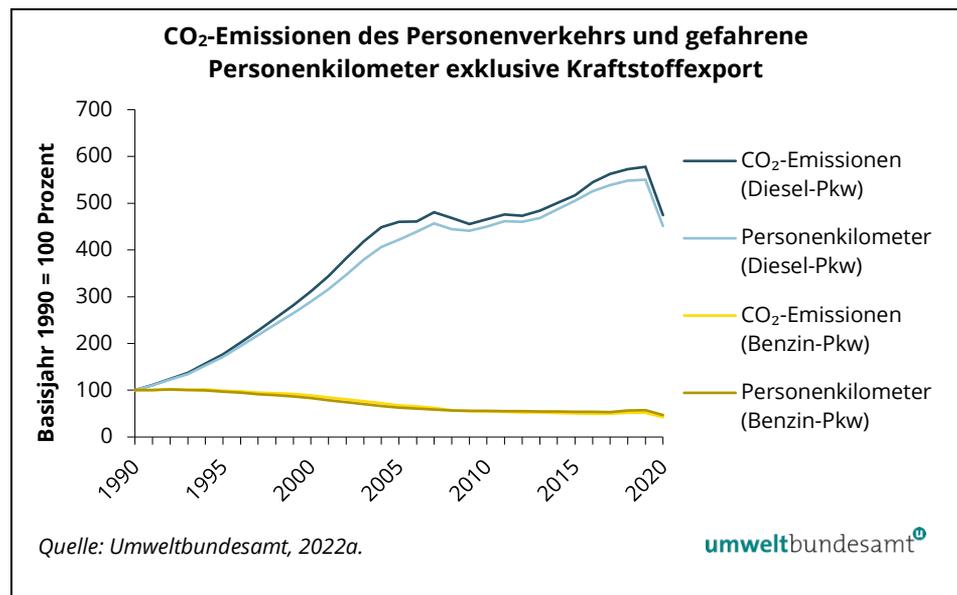


Abbildung 64 zeigt die Entwicklung der CO₂-Emissionen von Diesel- und Benzin-Pkw im Vergleich zur Personenverkehrsleistung (Pkm). Eine wesentliche Entkoppelung der Emissionen – nämlich ein weniger starker Anstieg der CO₂-Emissionen im Vergleich zur Entwicklung der Personenkilometer – ist derzeit noch nicht zu sehen. Im Gegenteil zeigt sich zwischen CO₂-Emissionen und gefahrenen Fahrzeugkilometern bei Diesel-Pkw eine zunehmend negative Entkoppelung. 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.

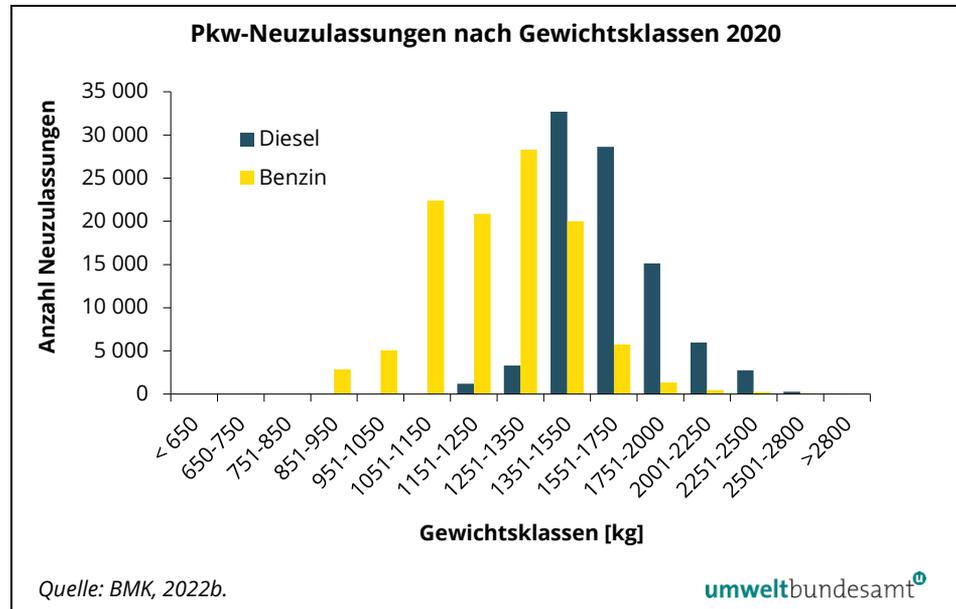
**Einfluss von
Fahrzeuggewicht und
Motorisierung**

Abbildung 64:
CO₂-Emissionen aus dem
Personenverkehr (Pkw)
und gefahrene Personen-
enkilometer nach
Treibstoffen (exklusive
Kraftstoffexport),
1990–2020.



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 neu zugelassenen benzinbetriebenen Fahrzeuge gehören einer Gewichtsklasse von 1.251–1.350 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,
2020.



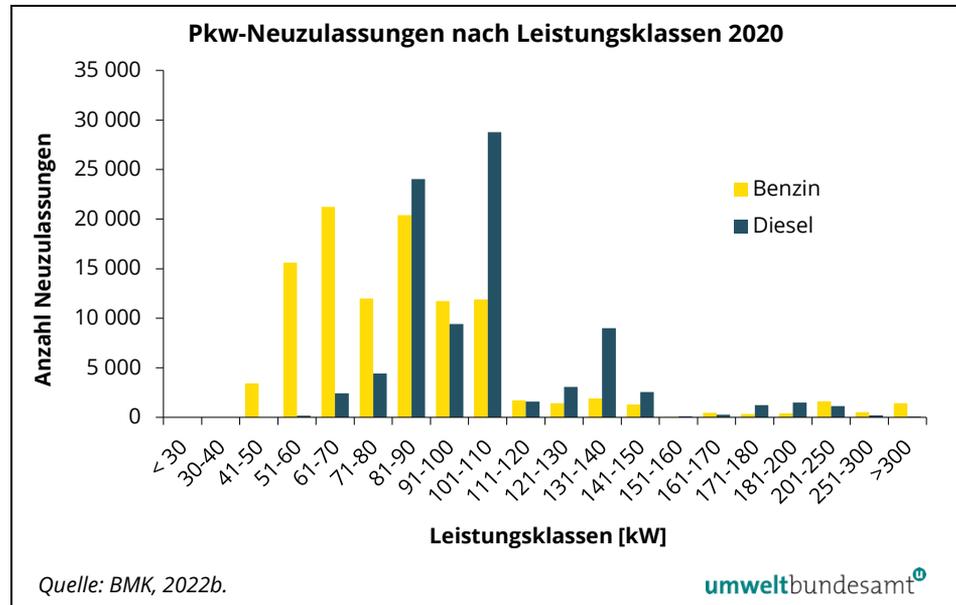
Gewicht von Diesel-Kfz steigt stärker

Das durchschnittliche Fahrzeuggewicht der neu zugelassenen Pkw entwickelte sich im Zeitraum 2000–2020 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 11 % zugenommen, bei Dieselfahrzeugen um 16 %.

leistungsstärkere Diesel-Modelle gefragt

Auch bei der Motorisierung zeigt sich eine weitgehend proportionale Zunahme der CO₂-Emissionen mit der steigenden Fahrzeulleistung. 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, während die durchschnittliche Leistung bei dieselbetriebenen Fahrzeugen weiter stetig ansteigt (BMK, 2022b).

Abbildung 66:
Pkw-Neuzulassungen
nach Leistungsklassen,
2020.



CO₂-Monitoring

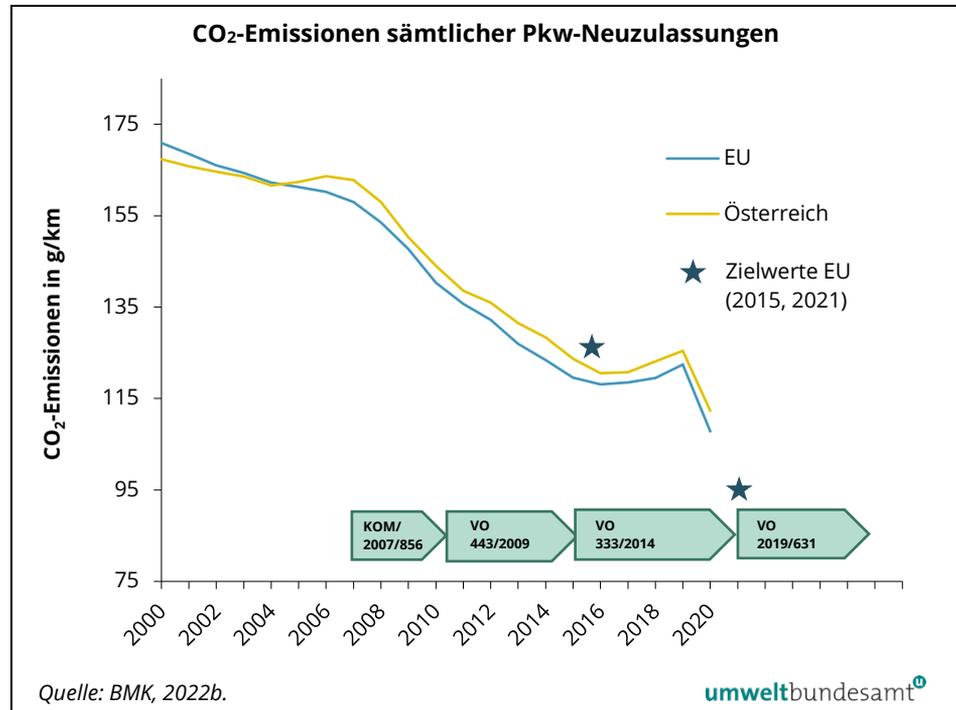
Gemäß CO₂-Monitoring sind die CO₂-Emissionen von in Österreich im Jahr 2020 neu zugelassenen Pkw von 125,5 g/km auf 112,3 g/km gesunken (BMK, 2022b). Die Angaben zum CO₂-Monitoring beziehen sich auf die Testwerte für den Verbrauch im Rahmen der Typprüfung für neue Fahrzeuge. Im Realbetrieb liegen die CO₂-Emissionen deutlich höher. Über die gesamte Pkw-Flotte gerechnet liegen die realen durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Kilometer im Jahr 2020 bei 165,02g.⁵³

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 2020 um 4,5 g/km unter jenen in Österreich. Der Zielwert von 130 g CO₂/km, welcher bis zum Jahr 2015 im Durchschnitt über die ganze Neuwagenflotte in der EU zur Gänze erreicht werden musste, wurde bei Betrachtung des gesamten EU-Raumes bereits 2012 annähernd eingehalten (BMK, 2022b). Der Zielwert von 95 g/km für 95 % der Flotte im Jahr 2020 wurde im Jahr 2020 nicht erreicht. Hier lag die gesamte EU-Flotte noch ca. 12,8 g über diesem EU-Zielwert.

Erreichung der Zielwerte ist fraglich

⁵³ RDE (real drive emissions) berücksichtigt; aufgrund der laufenden Implementierung neuester CO₂-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, kann der im Vorjahr berichtete Wert höher oder 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 0,9 % gesunken. Diesel-Pkw haben sich um 2,5 % verbessert. Benzin-Pkw weisen – über die Flotte gerechnet (Bestand plus Neuzulassungen) – mittlerweile einen niedrigeren (1,5 g) spezifischen Verbrauch auf als Diesel-Pkw, da in den letzten Jahren mehr größere und stärkere dieselbetriebene Fahrzeuge zugelassen wurden und damit 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 wieder 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 20120 um rund 24 % effizienter, der Diesel-Pkw um rund 12 %. Realverbrauch und Herstellerangaben klaffen mittlerweile allerdings weit auseinander. Gemäß Herstellerangaben wurden Benzin-Pkw seit 2000 (Beginn des CO₂-Monitorings und der Herstellerangaben) um 31 % effizienter, Diesel-Pkw um rund 22 %. 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). 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-Stopp-Systemen in den letzten Jahren, deren Einfluss in der Typprüfung gegenüber dem realen Fahrverhalten überbewertet wird.

Durch den seit September 2017 gültigen WLTC⁵⁴ ist von einer Annäherung zwischen Typprüfverbrauch und Realverbrauch um 20 % auszugehen. 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.

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 Start-Stopp-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

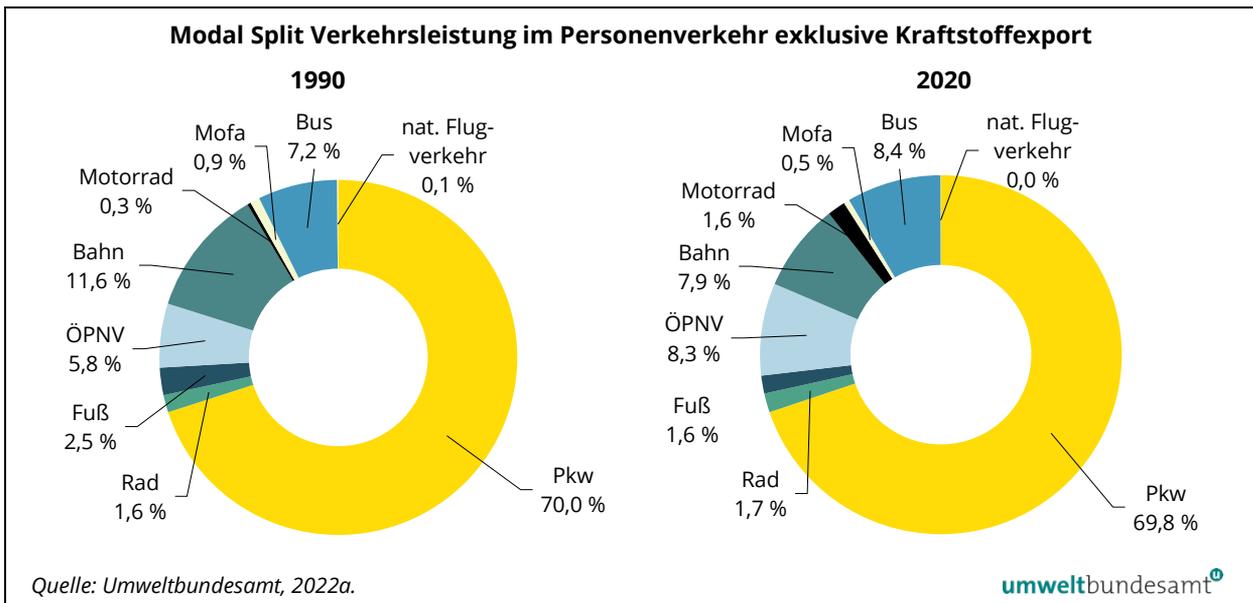
In der EU wird mit dem neuen Prüfzyklus zusätzlich ein weiteres Prüfkriterium eingeführt. Die Fahrzeuge müssen neben dem Test auf dem stationären Rollprüfstand auch auf der Straße unter annähernd realen Fahrbedingungen bestehen (RDE – real driving emissions, mit einem portablen Emissionsmessgerät gemessen).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

⁵⁴ Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle

Verkehrsmittelwahl im Personenverkehr Inland (exklusive Kraftstoffexport)

Die gesamte Verkehrsleistung im Personenverkehr über alle Verkehrsmodi hat von 1990 bis 2020 von 76,7 Mrd. auf 93,4 Mrd. Personenkilometer (+22 %) zugenommen. Sowohl 1990 als auch 2020 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 2020.



Im gleichen Zeitraum hat der Anteil des Umweltverbundes (öffentlicher Personen-Nahverkehr, Bus, Bahn, Rad und Fußwege) am Modal Split im Personenverkehr um rund 2,3 % abgenommen. Dazu muss gesagt werden, dass speziell der Bahn-Personenverkehr im Pandemiejahr 2020 um fast die Hälfte eingebrochen ist. Laut Schienen-Control GmbH ist die Zahl der Reisenden 2020 um 39 % gesunken, die zurückgelegten Personenkilometer sind sogar um 44 % gesunken, der der Fernverkehr noch stärker betroffen war.⁵⁵

nationaler Flugverkehr

Auf den nationalen Flugverkehr⁵⁶ entfielen 2020 rund 26 Mio. Personenkilometer. Der marginale Anteil am Modal Split (0,03 %) veränderte sich gegenüber 1990 kaum (0,1 %). Der grenzüberschreitende Flugverkehr, der nicht in die österreichischen Gesamtemissionen eingerechnet wird, wies bei der Verkehrsleistung bis 2019 einen sehr starken Anstieg auf (rund 480 % seit 1990), ist aber im Pandemiejahr um rund 76 % eingebrochen.

⁵⁵ <https://schienencontrol.gv.at/files/1-Homepage-Schienen-Control/1g-Presse/Pressemappen/Pressemappen%202021/PA%20Lang%20mit%20Grafiken%20SC-Jahresbericht%202020.pdf>

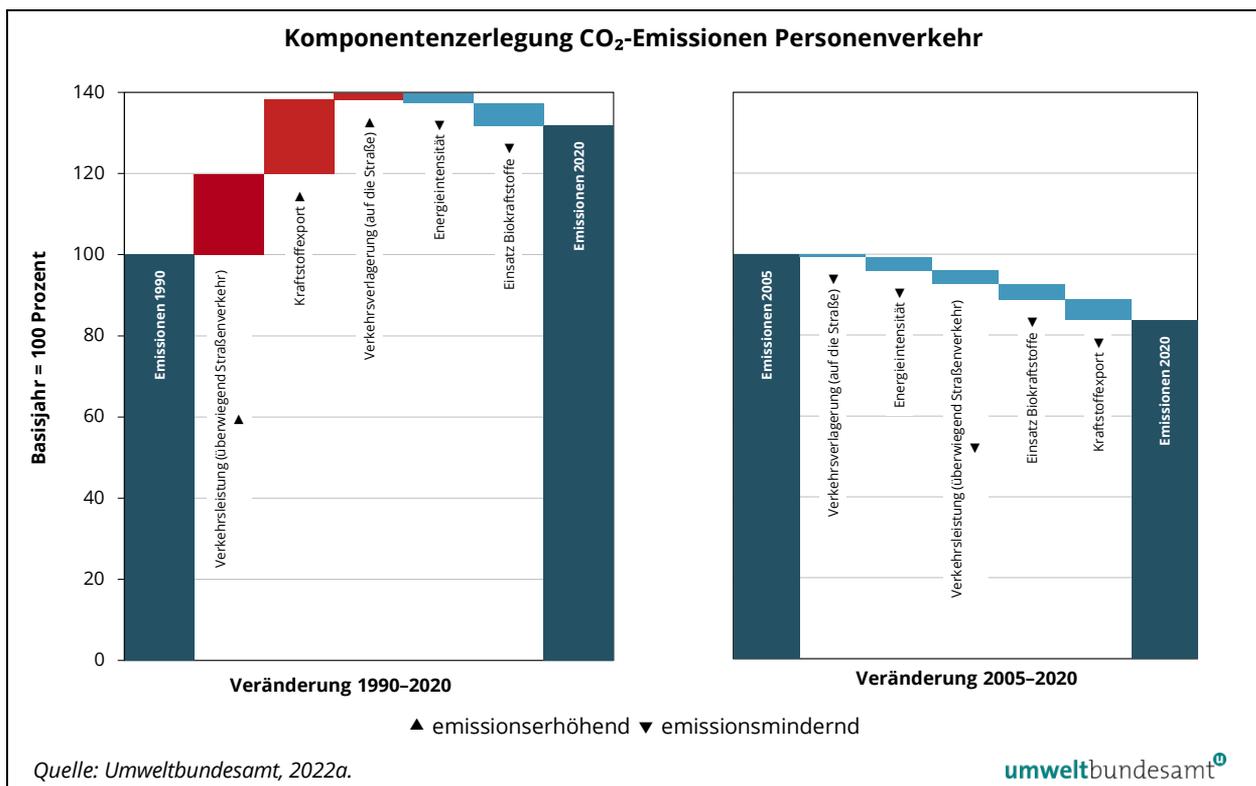
⁵⁶ Flüge mit Start und Landung innerhalb Österreichs

3.2.1.2 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen im Bereich des Personenverkehrs wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 69: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus dem Personenverkehr – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



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 93 Mrd. Pkm (2020) ergibt, wobei es pandemiebedingt 2020 gegenüber dem Jahr 2005 (mit 98 Mrd. Pkm) wieder eine Abnahme gab. Die Pkm werden im Jahr 2020 überwiegend mit Pkw zurückgelegt (rund 70 %).
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 1990er Jahren ins Gewicht. Die CO ₂ -Emissionen aus dem im Ausland verbrauchten Treibstoff durch Pkw beliefen sich 2020 auf 2,2 Mio. Tonnen.

Einflussfaktoren	Definitionen
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 79,7 % (2020) ergibt, wobei sich der Anteil seit 2005 (mit 80,5 %) geringfügig reduziert hat.
Energieintensität	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenen Energieverbrauchs pro Straßenpersonenkilometer in Österreich von 1.966 kJ/Pkm (1990) und 1.920 kJ/Pkm (2020) 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 (spezifische Verbrauchswerte von Kfz), weichen die realen Verbrauchswerte stark von jenen des Typprüfzyklus ab.
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 69,3 Tonnen/TJ (2020) 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.

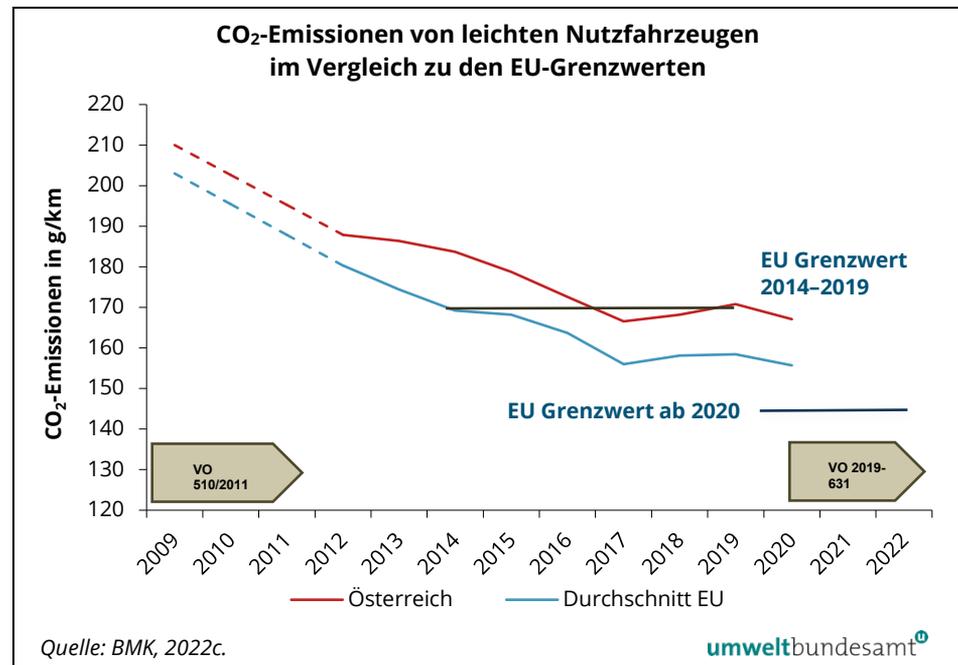
Begrenzung der CO₂-Emissionen

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 2020 neu zugelassenen leichten Nutzfahrzeugen seit 2019 wieder gesunken – von 170,8 g/km (2019) auf 167,1 g/km. Über die gesamte LNF-Flotte gerechnet, lagen die realen durchschnittlichen CO₂-Emissionen je Kilometer im Jahr 2020 jedoch bei 210,35 g.⁵⁷ Durch die geringere Beimengung von Biokraftstoffen zeigt

⁵⁷ RDE (real drive emissions) berücksichtigt; aufgrund der laufenden Implementierung neuester CO₂-Messwerte, die die ganze Zeitreihe verändern, kann der im Vorjahr berichtete Wert höher oder tiefer liegen.

sich damit sogar ein Anstieg der spezifischen CO₂-Emissionen der NF-Flotte im Vergleich zum Vorjahr (BMK, 2022c).

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



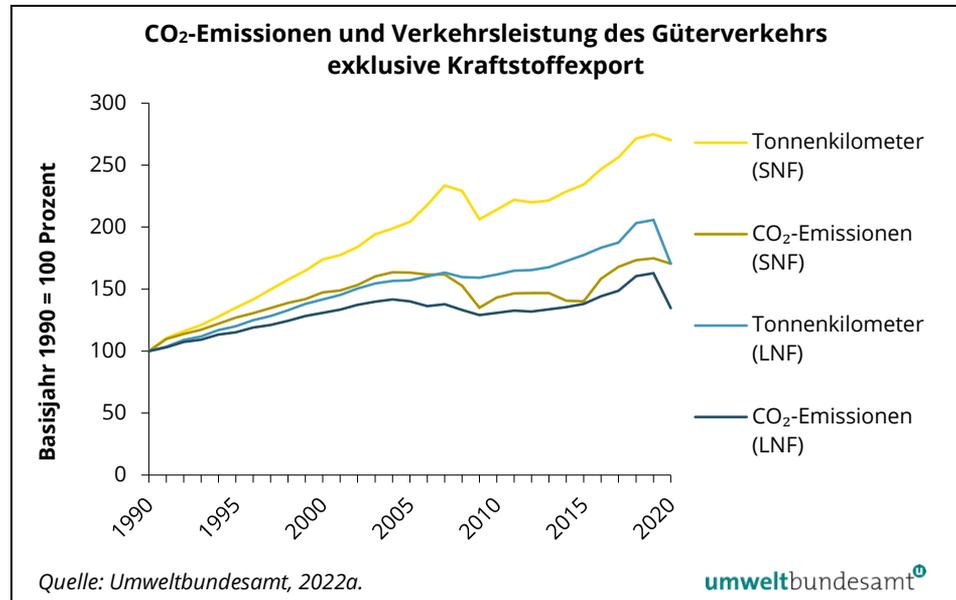
Der Vergleich der CO₂-Emissionsentwicklung neu zugelassener LNF in Österreich mit jenen im EU-Raum wird in Abbildung 70 veranschaulicht. Der EU-Grenzwert für den Gesamtflottendurchschnitt von 175 g/km bis 2017 wird auf EU-Ebene bereits seit 2013 unterschritten. Der Grenzwert von 147 g/km ab 2020 gemäß VO (EU) 2019/631 wird im Jahr 2020 nicht erreicht.

**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. Lockdown-Regelungen, die folglich stark gestiegenen Online-Bestellungen sowie eingeschränkte stationäre Einkaufsmöglichkeiten im Jahr 2020 führten zu einer förmlichen Paketflut (+17,2 % im Inland gegenüber 2019) (RTR, 2021).

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 Kraftstoff-
export), 1990–2020.

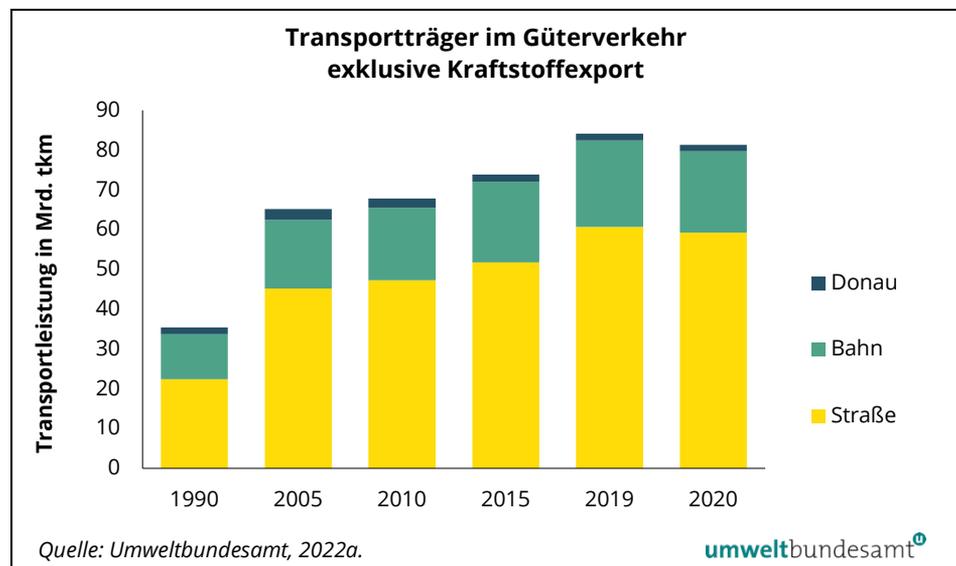


Transportträger im Güterverkehr Inland (exklusive Kraftstoffexport)

starke Zunahme der Transportleistung

Die Transportleistung im Güterverkehr (Straße, Schiene, Binnenschifffahrt, nationaler Flugverkehr) hat von 1990 bis 2020 von 33,8 Mrd. Tkm auf 79,8 Mrd. Tkm zugenommen (+136 %) (siehe Abbildung 72). Im Vergleich zum Vorjahr sieht man auch bei der Güterverkehrsleistung einen leichten Dämpfer (-3,3 %), jedoch bei weitem nicht so ausgeprägt wie im Personenverkehr. Im Jahr 1990 wurden rund 66 % der Tonnenkilometer auf der Straße zurückgelegt, 2020 waren es rund 74 %. Trotz des Anstiegs der Güterverkehrsleistung seit 1990 verzeichnet die Bahn einen Rückgang von 34 % auf 26 % am Modal Split. Der Anteil des nationalen Güterverkehrs auf der Donau sank zwischen 1990 und 2020 ebenfalls von 0,3 % auf 0,02 %. Der Binnen-Luftfrachtverkehr spielt in Österreich eine untergeordnete Rolle mit einem Modal Split-Anteil von 0,003 %.

Abbildung 72:
Verkehrsleistung nach
Transportträgern im
Güterverkehr exklusive
Kraftstoffexport,
1990–2020.

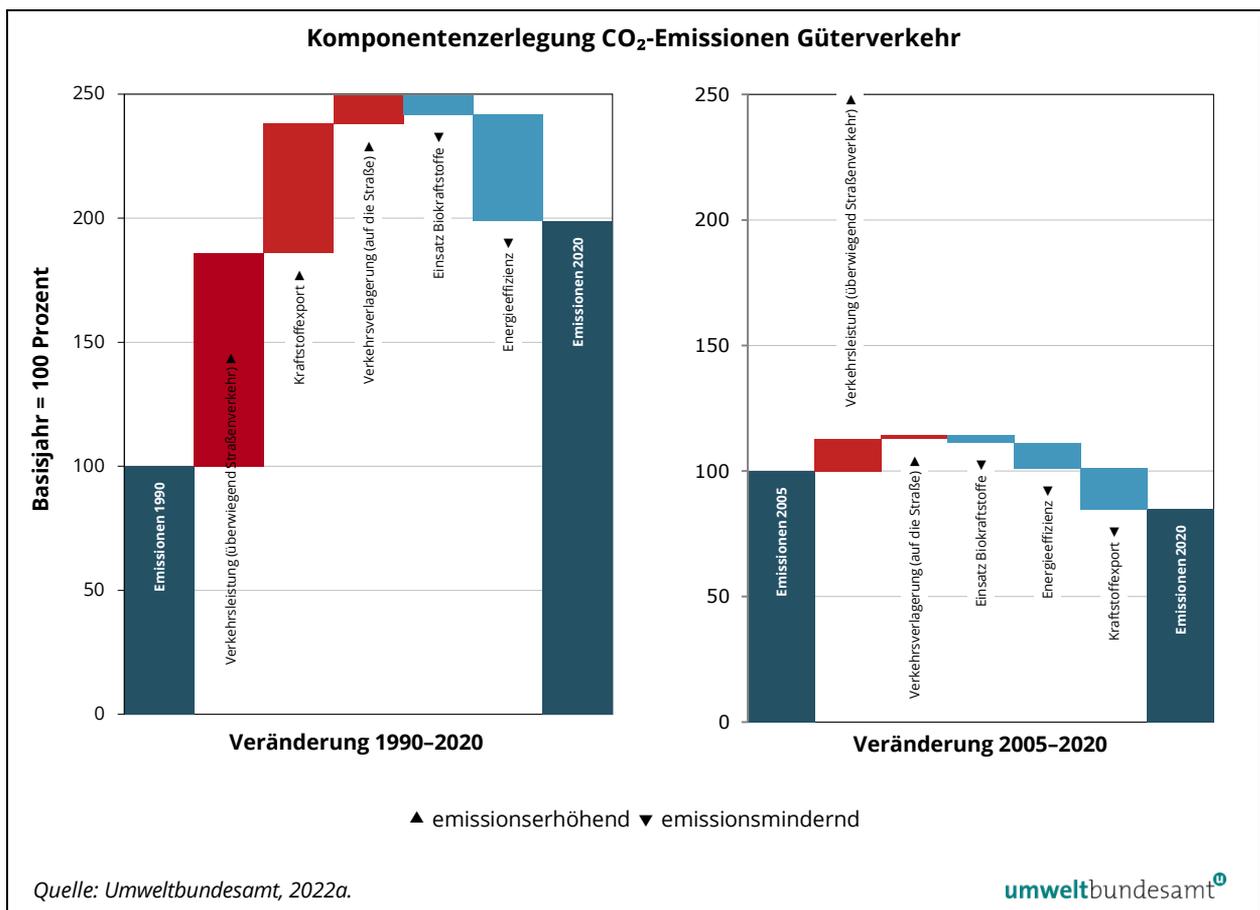


3.2.1.4 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CO₂-Emissionen im Bereich des Güterverkehrs wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 73: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus dem Güterverkehr – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



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 79,8 Mrd. Tkm (2020) ergibt.

Einflussfaktoren	Definitionen
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 (2020) 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 74 % (2020) 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 1.281 kJ/Tkm (2020) ergibt. Diese Entwicklung ist v. a. auf technologische Verbesserungen zurückzuführen.
Einsatz Biokraftstoffe	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der gesunkenen CO ₂ -Emissionen pro verbrauchter Treibstoffeinheit im Straßengüterverkehr von 73 Tonnen/TJ (1990) auf 72 Tonnen/TJ (2005) und 68 Tonnen/TJ (2020) ergibt. Dieser Effekt ist auf die Substitutionsverpflichtung mit Biokraftstoffen zurückzuführen.

3.2.2 Flugverkehr

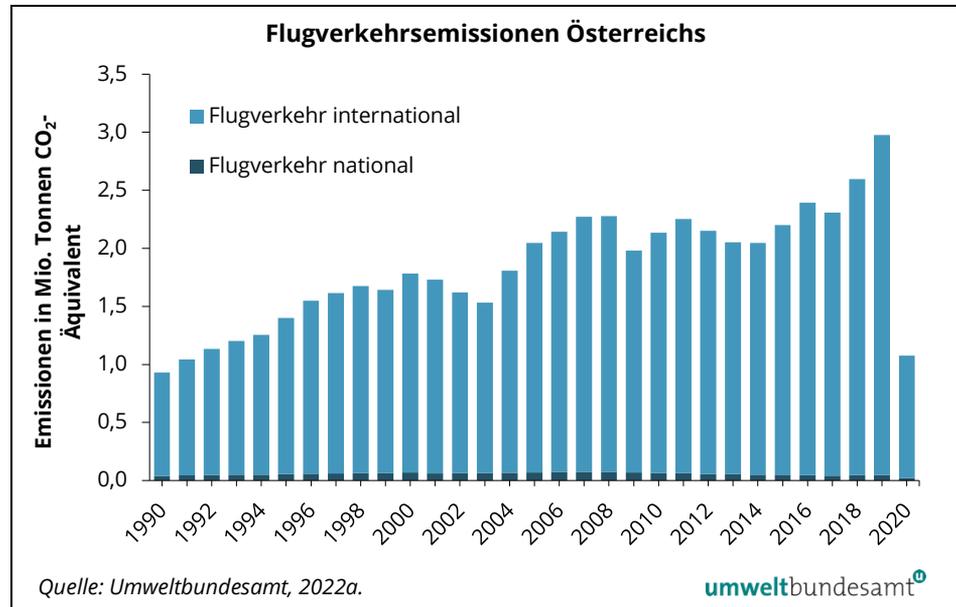
nur Inlandsflüge berücksichtigt

Die Flugverkehrsemissionen werden gemäß internationalen Berichtspflichten⁵⁸ 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 0,03 % bzw. 0,02 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent im Jahr 2020).

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 2020 verursachten diese pandemiebedingt nur rund 1,1 Mio. Tonnen Treibhausgas-Emissionen, ein Minus im Vergleich zum Vorjahr von rund 64 %.

⁵⁸ 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).

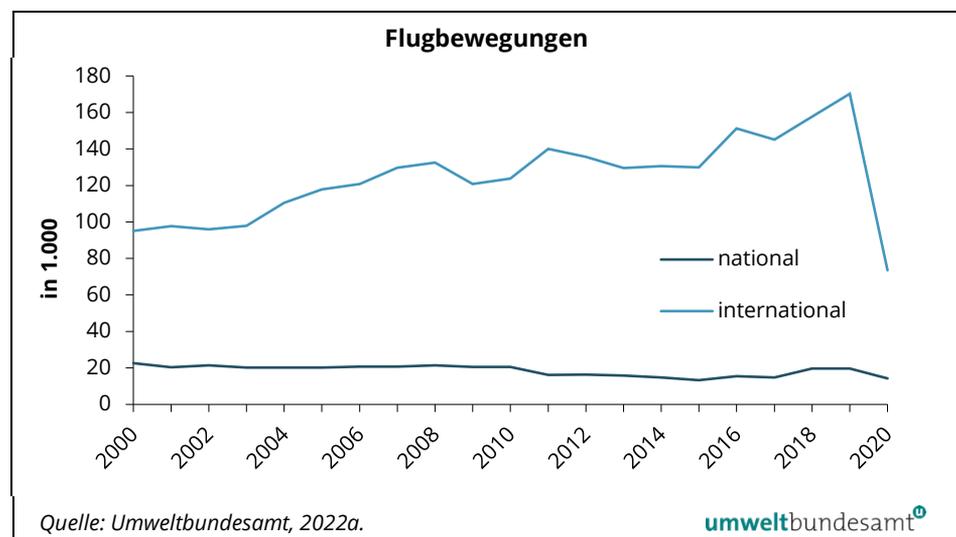
Abbildung 74:
Treibhausgas-
Emissionen des
Flugverkehrs,
1990–2020.



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. Die Flugbewegungen national zeigen gegenüber 2000 bereits bis zum Peakjahr 2019 einen leicht abnehmenden Trend (-13 %) und sind 2020 um weitere 28 % gesunken (-37 % gegenüber 2000). Dagegen 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 %. Das Pandemiejahr 2020 ließ die Flugbewegungen zwar signifikant einbrechen (-57 % zum Vorjahr), Eurocontrol rechnet jedoch in ihrem Siebenjahres-Forecast mit einer Erholung des Flugverkehrs auf das Niveau von 2019 bis Ende 2023 (Baseline-Szenario), bis Mitte 2023 (optimistisches Szenario) bzw. bis nach 2027 (konservatives Szenario) (Eurocontrol, 2021).

Abbildung 75:
Flugbewegungen
national und
international,
2000–2020.

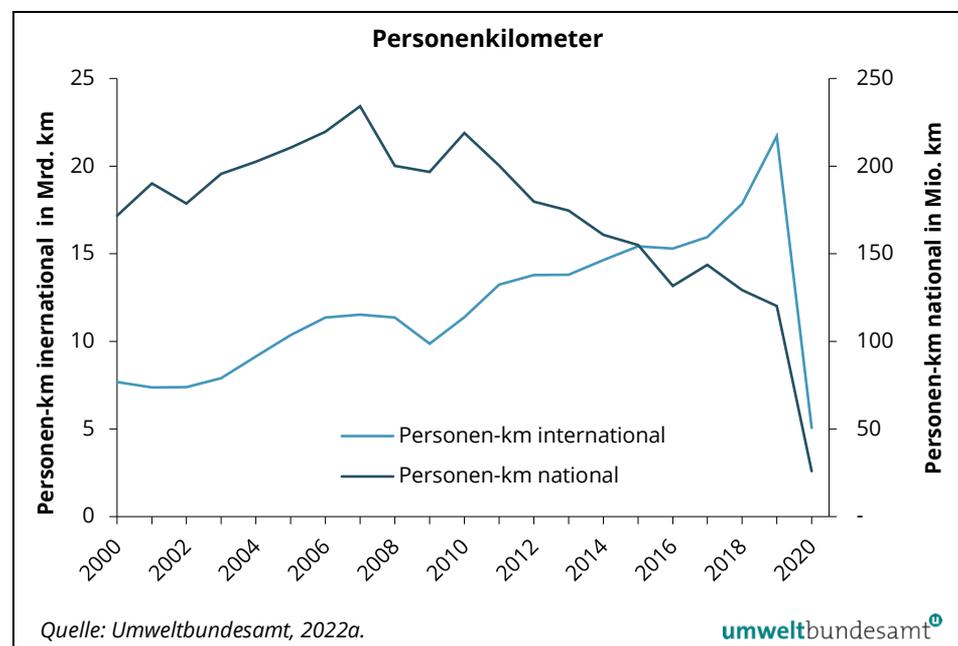


Aussagekräftige Interpretationen der Daten sind aufgrund der Pandemie für 2020 nur schwer möglich. Was seitens Eurocontrol bestätigt wurde ist, dass bezogen auf Flughäfen der EU die Langstrecke komplett weggebrochen ist und atypische Flugbewegungen zum Zweck des sog. „Cocooning“ (Einwintern) oder „Parking“ an Heimatflughäfen der Airlines beobachtet wurde.

Die Personenkilometer im nationalen Flugverkehr haben von 2000 bis 2020 um rund 85 % abgenommen. Der Grund für die stärkere Abnahme der Personenkilometer im Vergleich zu den Flugbewegungen ist, dass die Passagierzahlen im Pandemiejahr 2020 massiv eingebrochen sind (-74 % zum Vorjahr). Flugzeuge mussten aber trotzdem Routineflüge mit demselben Start- und Landeflughafen oder Überstellungsflüge durchführen. International ist der Trend seit 2000 stark steigend mit einem Einbruch im Jahr 2009 bedingt durch die Wirtschaftskrise und einer massiven pandemiebedingten Reduktion der Pkm auf ein Niveau der 1990er Jahre.

Die Energieintensität (Energieeinsatz pro Flugkilometer) belief sich vor der Pandemie im internationalen Flugverkehr auf 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 Start-Lande-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
2000–2020.



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 (sog. SAF – Sustainable Aviation Fuels)
- 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 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquivalent)	Anteil an den nationalen THG- Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
8,0	10,9 %	-0,4 %	-37,5 %

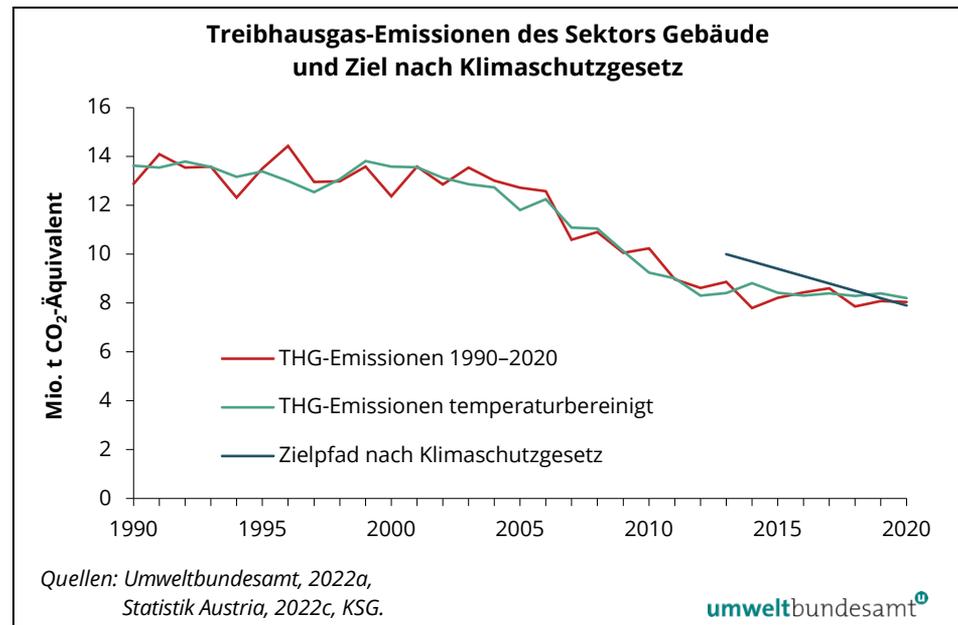
***Trend der
Treibhausgas-
Emissionen***

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude betragen im Jahr 2020 rund 8,0 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und waren damit für 10,9 % 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 2020 konnten sie um weitere rund 4,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (-36,7 %)

reduziert werden. Seit 1990 sind sie insgesamt um rund 4,8 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (-37,5 %) gesunken, jedoch sind sie ab 2014, dem Jahr mit der geringsten jährlichen Emissionsmenge, bis 2020 um rund 0,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (+3,2 %) angestiegen. Zuletzt kam es von 2019 auf 2020 zu einer Emissionsabnahme von rund 0,03 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent (-0,4 %).

Abbildung 77:
Treibhausgas-
Emissionen aus dem
Sektor Gebäude,
1990–2020, und Ziel
nach Klimaschutzgesetz.



Im Jahr 2020 lagen die Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude um 0,1 Mio. Tonnen oberhalb der Emissionshöchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz (Ziel für 2020: 7,9 Mio. Tonnen).

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 2020 war bei Privathaushalten inklusive mobiler Quellen mit 36,3 % sowie im Dienstleistungsbereich mit 43,0 % ein deutlicher Rückgang der Treibhausgas-Emissionen zu verzeichnen (Umweltbundesamt, 2022a).

Tabelle 15: Hauptverursacher der Emissionen des Sektors Gebäude (in 1.000 t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).

Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Veränderung 1990–2020	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2020
Privathaushalte	10 568	6 695	6 728	+0,5 %	-36,3 %	9,1 %
<i>davon stationär</i>	10 378	6 584	6 619	+0,5 %	-36,2 %	9,0 %
<i>davon mobil</i>	190	112	109	-2,3 %	-42,5 %	0,1 %
Öffentliche und private Dienstleistungen	2 313	1 379	1 319	-4,4 %	-43,0 %	1,8 %
Sektor Gebäude	12 881	8 075	8 046	-0,4 %	-37,5 %	10,9 %

3.3.1 Einflussfaktoren

Seit 1990 haben die Treibhausgas-Emissionen um 37,5 % (4,8 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 der Energieträgeranteile weg von Heizöl in Richtung Erdgas, Biomasse, Fernwärme und Wärmepumpen. Auch die zunehmend mildere Witterung trägt zur Emissionsreduktion seit 1990 bei (sinkender Trend der Heizgradtage).

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) und Solarthermie zählen zu den erneuerbaren Energieträgern und verursachen keine direkten Treibhausgas-Emissionen im Betrieb bzw. im Sektor Gebäude⁵⁹.

Die Energiepreise haben einen deutlichen Einfluss auf den Energieverbrauch der Haushalte und Dienstleistungsbetriebe sowie auf die Investitionsentscheidungen in Effizienzverbesserung und Umstellung auf erneuerbare Energien.

⁵⁹ Zu beachten ist, dass bei der Nutzung von Geothermie und Umgebungswärme (für Wärmepumpen) sowie in geringerem Ausmaß auch bei anderen klimaschonenden, modernen Heizsystemen durch den mit dem Betrieb verbundenen Stromverbrauch (Regelung, Pumpen, Ventilatoren, automatische Brennstoffzufuhr, Ascheentfernung und Kesselreinigung, Abgasreinigung, Verdichterantrieb bei Wärmepumpen) potenziell Treibhausgas-Emissionen im Sektor Energie und Industrie entstehen.

Emissionserhöhende Faktoren sind das Bevölkerungswachstum, das zu Neubau im Wohnbau (siehe Kapitel 3.3.2) und im Dienstleistungssektor führt, und die langfristig gestiegene Nutzfläche pro Person.

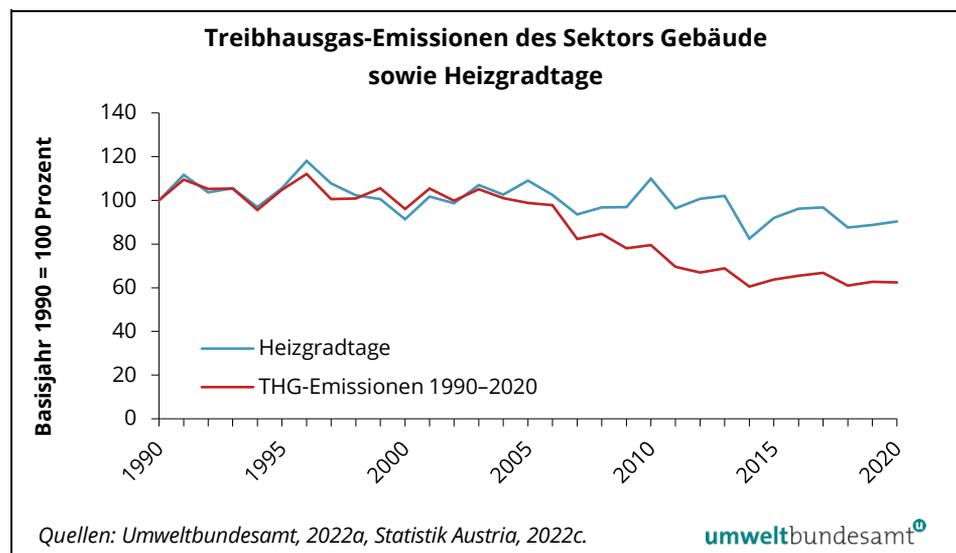
3.3.1.1 Heizgradtage

**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 ist 2020 gegenüber dem Vorjahr 2019 um 1,8 % angestiegen und lag um rund 11,5 % unter dem langjährigen Mittelwert oder um rund 9,6 % unter dem Wert von 1990. Das Jahr 2020 war das historisch viertwärmste Jahr seit Beginn der Datenerfassung 1980 (bis inklusive 2020) (Statistik Austria, 2022c).

Abbildung 78:
Treibhausgas-
Emissionen des Sektors
Gebäude im Vergleich zu
den Heizgradtagen,
1990–2020.



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 von erneuerbaren Energieträgern, 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).

3.3.1.2 Energieeinsatz

Der gesamte Energieeinsatz 2020 zeigt gegenüber 1990 eine langfristige Zunahme von rund 19,2 %. Gegenüber dem Vorjahr 2019 wurde trotz kühlerer Außentemperaturen während der Heizperiode v. a. aufgrund von geringerem Stromeinsatz ein Rückgang um 0,9 % verzeichnet.

fossile Brennstoffe

Der Einsatz fossiler Brennstoffe im Sektor Gebäude (inkl. mobiler Quellen) sank 2020 trotz etwas kühlerer Witterung gegenüber dem Vorjahr v. a. aufgrund des geringeren Einsatzes von Erdgas in Dienstleistungsgebäuden insgesamt um 0,5 % ab (Heizöl und Diesel +1,2 %, Erdgas -1,5 % und Kohle +1,4 %). Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Öl (-49,6 %) und Kohle (-96,9 %) gesunken, der Einsatz von Gas hingegen angestiegen (+61,5 %).

Der Anteil von Gas an den eingesetzten Energieträgern ist auf 19,1 % (2019: 19,3 %) gesunken (u. a. Einsatz von Gas-Brennwertgeräten im Neubau und Bestand), der Anteil von Öl ist trotz weiterem Heizungstausch weg von Heizöl auf 12,1 % (2019: 11,9 %) leicht gestiegen. 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 (+0,1 %) und Fernwärme (+0,6 %) folgte ebenfalls dem Trend der Heizgradtage im gesamten Jahr 2020. Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Biomasse (+23,5 %) und Fernwärme (+179,7 %) angestiegen.

Der Anteil von Biomasse an den eingesetzten Energieträgern ist 2020 auf 19,2 % (2019: 19,0 %), der Anteil von Fernwärme leicht auf 15,7 % (2019: 15,5 %) gestiegen.

Tabelle 16: Endenergieeinsatz im Sektor Gebäude (in TJ) (Quellen: Umweltbundesamt, 2022a, Statistik Austria, 2021c).

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	4 682	88 876	61 791	103 451	43 050	7 042	402 767
2019	46 519	835	75 599	74 596	111 335	60 615	22 706	392 305
2020	47 065	846	74 458	74 668	106 807	60 959	24 045	388 854
2019–2020	+1,2 %	+1,4 %	-1,5 %	+0,1 %	-4,1 %	+0,6 %	+5,9 %	-0,9 %
1990–2020	-50 %	-97 %	+62 %	+24 %	+45 %	+180 %	+974 %	+19,2 %

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

** Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen) und Solarthermie

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

Strom

Der Stromeinsatz umfasst neben der Nutzung für Raumwärme und Warmwasser (d. h. für Strom-Direktheizung, Verdichterantrieb bei Wärmepumpen,

Brauchwasserbereitung, Regelung und Betrieb von Heizungen inklusive Lüftung und Wärmerückgewinnung) und Klimatisierung auch andere Nutzungen⁶⁰.

Der Stromeinsatz im Sektor Gebäude sank im Jahr 2020 um 4,1 % gegenüber dem Vorjahr ab (-7,4 % für den Dienstleistungssektor, -1,8 % für Privathaushalte). Gegenüber 1990 ist die Nutzung von Strom (+45,5 %) angestiegen, wobei im Dienstleistungssektor der Zuwachs bei 30,6 % und bei Privathaushalten bei 57,1 % liegt.

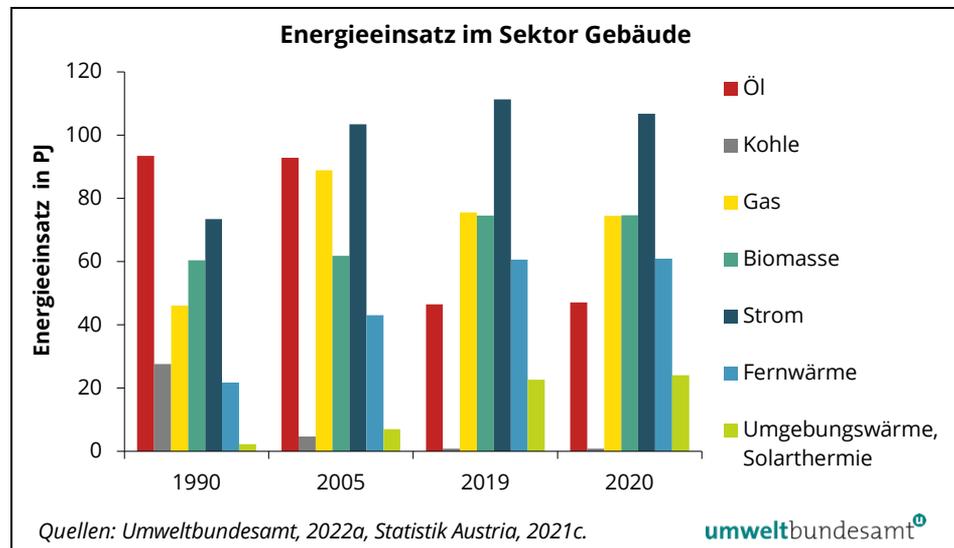
Der Stromeinsatz im Sektor Gebäude hat im Jahr 2020 mit 27,5 % (2019: 28,4 %) den größten Anteil an den eingesetzten Energieträgern.

- Im Dienstleistungssektor ist Strom mit 39,1 % Gesamtanteil der dominante Energieträger. Etwa ein Fünftel davon wurde 2020 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet. Weitere zwei Fünftel des Stromeinsatzes entfallen auf Prozesswärme⁶¹.
- Bei den Privathaushalten liegt der Stromanteil mit 23,2 % des Energieeinsatzes knapp hinter der Biomasse an zweiter Stelle. Etwa ein Drittel davon wurde 2020 für Raumwärme, Warmwasserbereitung und Klimatisierung verwendet. Ein weiteres Zehntel entfällt auf Kochen.

Umgebungswärme etc.

Die Nutzung von Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen) und Solarthermie stieg 2020 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 (+973,7 %) angestiegen. Der Anteil von Umgebungswärme etc. ist auf 6,2 % (2019: 5,8 %) angewachsen.

Abbildung 79:
Endenergieeinsatz im
Sektor Gebäude.



⁶⁰ Weitere Nutzungszwecke von Strom sind z. B. Kochen, Kühlen und Gefrieren, Beleuchtung, EDV, Haushaltsgeräte, elektrische Antriebe, Ladeprozesse für Akkumulatoren, Prozesswärme und Elektrochemie.

⁶¹ Eine klare Trennung der Verwendungszwecke „Warmwasserbereitung“ und „Prozesswärme“ ist in der Nutzenergieanalyse derzeit nicht möglich (Statistik Austria, 2021c).

**mobile Quellen
der Haushalte**

Rund 3,0 % des Einsatzes von fossilem Öl im Jahr 2020 (2019: 3,1 %) und rund 0,1 % (2019: 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).

3.3.1.3 Neuinstallation erneuerbarer Heizungssysteme

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

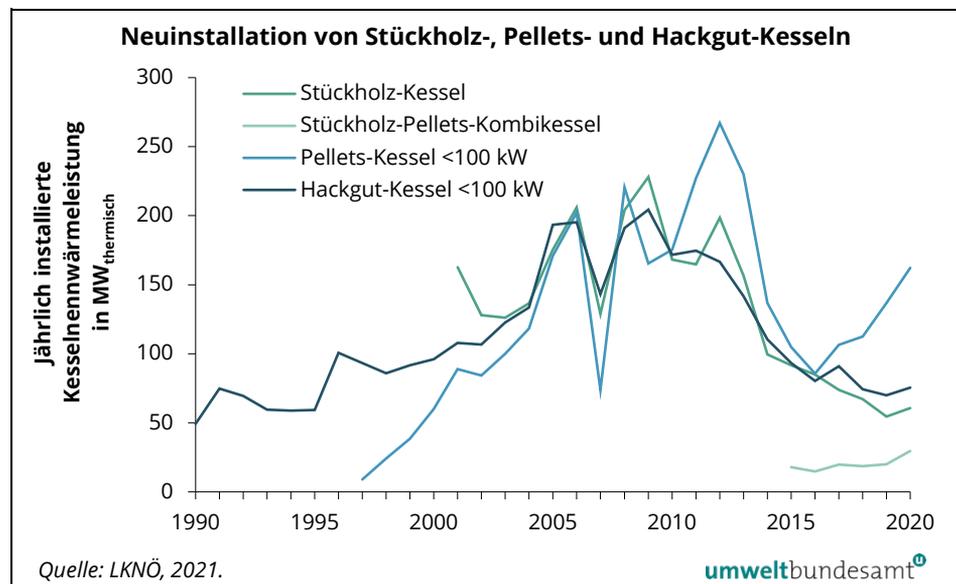
Einflussfaktoren

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 2020 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 knapp über der Hälfte neu installierter Heizsysteme. Die Stückholz-Pellets-Kombikessel erreichen 2020 ihren Höchststand seit Beginn der Datenerfassung 2015. Alle Biomassesysteme, insbesondere Pellets-Kessel (<100 kW Nennleistung), zeigen 2020 gegenüber dem Vorjahr 2019 einen ansteigenden Trend bei den Neuinstallationen.

Abbildung 80:
Nennleistungen jährlich
neu installierter
Stückholz-, Pellets- und
Hackgut-Kessel,
1990–2020.



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 (-73,4 %) bzw. Hackgut (-63,1 %) stark rückläufig. Der zwischenzeitliche Anstieg von Pellets- und Stückholz-Kesseln bis 2012 steht im Zusammenhang mit vorgezogenen Investitionen nach der Wirtschafts- und Finanzkrise 2009. Danach tragen steigende Biomassebrennstoffpreise, niedrige Ölpreise und relativ milde Durchschnittstemperaturen zur Entwicklung mit vergleichsweise geringen Absatzzahlen bei Biomasse-Zentralheizungen (ausgenommen Pellets-Kessel und Stückholz-Pellets-Kombikessel) bei. Die Neuinstallationen von Pellets-Kesseln waren im Jahr 2020 gegenüber dem Höchststand 2012 im Ausmaß von 39,3 % geringer.

Die Verkaufszahlen am österreichischen Heizkesselmarkt sind im Jahr 2020 durchgehend gestiegen. Gemessen an der neu installierten Kessel-Nennwärmeleistung beträgt die Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2019 bei Stückholz-Kesseln +11,5 %, bei Hackgut-Kesseln +7,8 %, bei Pellets-Kesseln +18,7 % sowie bei Stückholz-Pellets-Kombikesseln +48,1 %.

Auch die verkaufte Anzahl an Biomasse-Zentralheizungen entwickelt sich im Zeitverlauf weitgehend parallel zur neu installierten Leistung, mit Ausnahme von Stückholz-Zentralheizungen, welche eine tendenziell sinkende mittlere Anlagenleistung pro Stück seit 2001 zeigen.

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 (FH Technikum Wien et al., 2021, LKNÖ, 2021, Regionalenergie Steiermark, 2021) hinsichtlich der Stückzahlen unterschiedlich.

- Im Jahr 2020 wurden zwischen 6.000 und 12.000 Stückholz-Kaminöfen oder um rund 5,8 % weniger bzw. 9,1 % mehr als im Jahr 2019 abgesetzt. Seit 2008 beträgt der Rückgang in den Verkaufszahlen 73,2 % bzw. 47,7 %.
- Die im Jahr 2020 neu installierten Pellets-Kaminöfen lagen mit 1.800 bis 2.200 Stück wie im Vorjahr bzw. um rund 4,8 % über dem Absatz im Vorjahr. Seit 2008 beträgt der Rückgang in den Verkaufszahlen 3,7 % bzw. 27,8 %.
- Im Jahr 2020 wurden 13.700 Kachelöfen und Heizkamine – um rund 5,4 % mehr als im Jahr 2019 – neu installiert. Seit 2008 sank die Absatzmenge um 5,5 %.
- Die im Jahr 2020 neu installierten Biomasse-Herde waren mit 2.700 bis 4.600 gleich hoch wie bzw. um rund 16,3 % unter dem Absatz im Vorjahr 2019. Seit 2008 beträgt der Rückgang in den Verkaufszahlen 22,9 % bzw. 38,0 %.

Die neu installierten Biomasse-Einzelfeuerstätten liegen im Jahr 2020 im Bereich zwischen 24.200 und 32.500 Stück. Das entspricht einer Veränderung zum Vorjahr 2019 von rund +1,2 % bzw. +2,9 %. Gegenüber dem Beginn der Datenerfassung 2008 sind die Verkaufszahlen um 42,7 % bzw. 32,2 % gesunken.

**trendbestimmende
Faktoren**

Die rückläufigen Entwicklungen der letzten zehn Jahre bei Kleinfeuerungsanlagen 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 Erdgas) bei Mehrfamilienhäusern sowie dem allgemeinen Rückgang der Sanierungstätigkeit (Kesseltausch) gebracht werden.

Die Zunahme neu installierter Pellets-Kessel in den letzten Jahren kann auf Preisveränderungen bei den Energieträgern Öl und Gas und auf Ausweitung der Förderprogramme zurückgeführt werden.

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

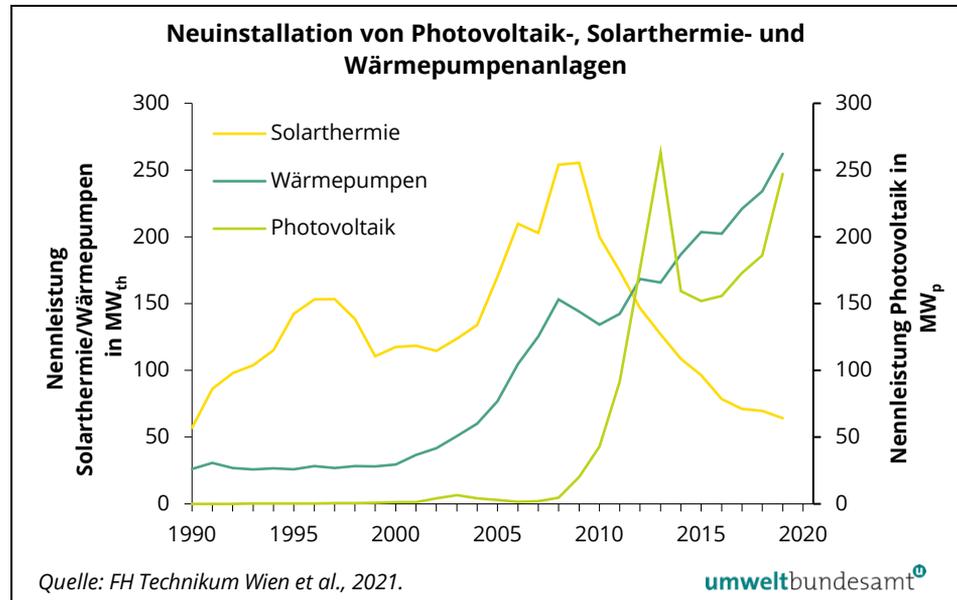
**Photovoltaik,
Solarthermie und
Wärmepumpen**

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. Nach darauffolgend geringem Absatz ist seit 2017 kontinuierliches Wachstum erkennbar. Im Jahr 2020 wurde mit einem starken Anstieg von 38,0 % gegenüber dem Vorjahr 2019 mit 341 MW_p die historisch höchste 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 2020 ein verflachender, rückläufiger Trend. Gegenüber dem Vorjahr 2019 nahm die neu installierte Leistung der Solarthermie um 17,0 % ab und liegt 2020 beim historisch tiefsten Wert.

Die Wärmepumpen konnten auch 2020 die hohe neu installierte Nennleistung des Vorjahres übertreffen (+9,1 %) und liegen mit 286 MW_{th} um 992,3 % über dem Ausgangswert von 1990.

Abbildung 81:
Nennleistungen jährlich
neu installierter
Photovoltaik-,
Solarthermie- und
Wärmepumpenanlagen,
1990–2020.

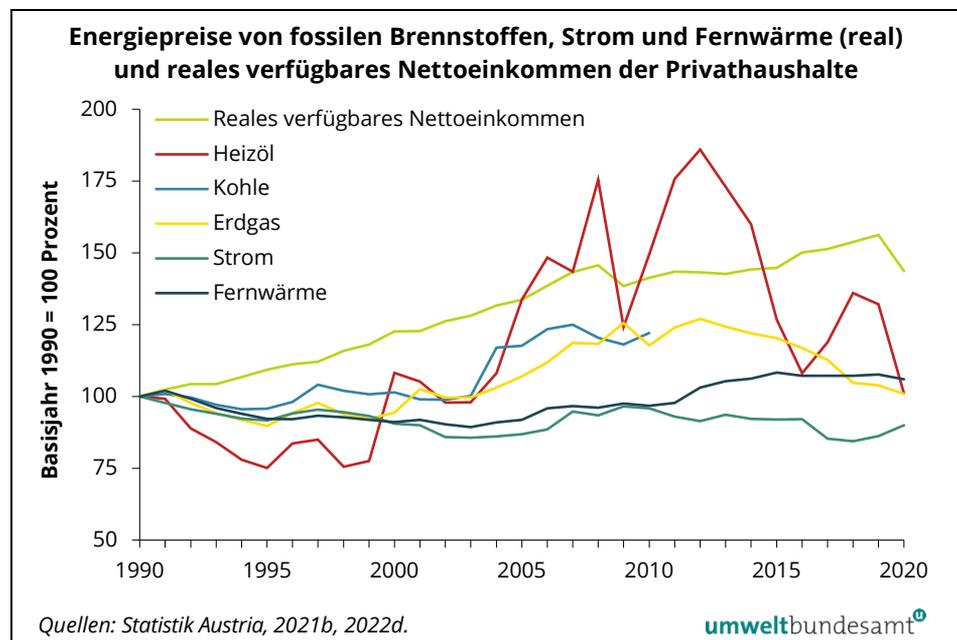


3.3.1.4 Energiepreise für private Haushalte

Einfluss des Preises auf den Verbrauch

Die Energiepreise sind wesentliche Einflussfaktoren für den Energieverbrauch der Haushalte und Dienstleistungsbetriebe sowie für die Investitionen in Effizienzverbesserung und erneuerbare Energie.

Abbildung 82:
Energiepreise von
fossilen Brennstoffen,
Strom und Fernwärme
(real) und reales
verfügbares
Nettoeinkommen der
Privathaushalte, 1990–
2020.



Die Preise für fossile Energieträger sind überwiegend hinter der Entwicklung des real verfügbaren Nettoeinkommens zurückgeblieben (siehe Abbildung 82).

- Der reale Heizölpreis wies im Zeitraum 1990–2020 eine Zunahme von 1,0 % auf, während das real verfügbare Nettoeinkommen in diesem Zeitraum

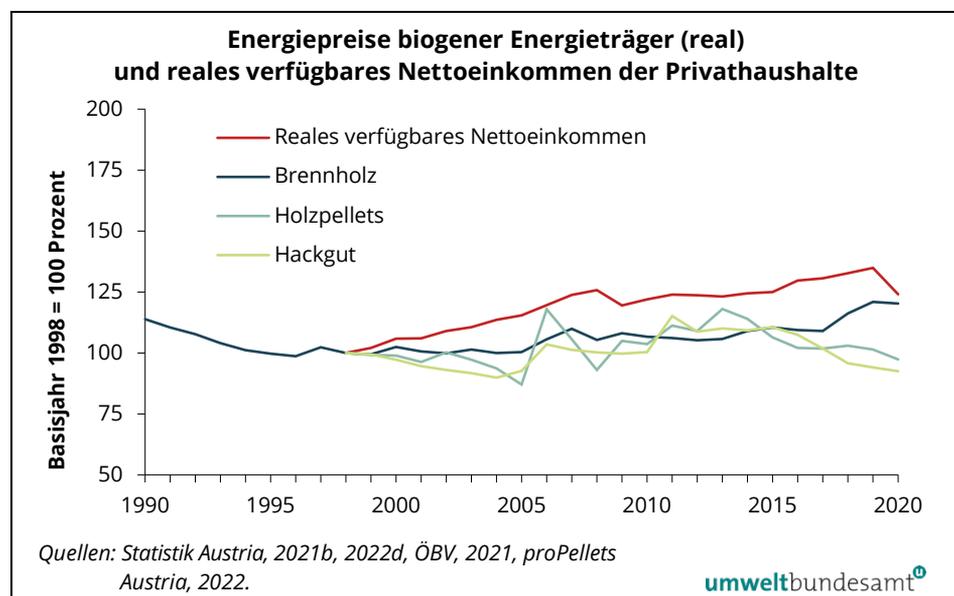
um 43,6 % stieg. Von 2019 auf 2020 ist der Heizölpreis um 23,5 % gesunken. Auch das real verfügbare Nettoeinkommen ist zurückgegangen (-8,1 %).

- Der reale Kohlepreis ist bis 2010 verfügbar (vereinfacht als ungewichteter Mittelwert aus der Preisentwicklung von Steinkohle, Braunkohlenbriketts und Hüttenkoks dargestellt). Der Preissprung im Jahr 2004 könnte mit strukturellen Änderungen in der Vertriebsstruktur zusammenhängen. Heute weist Kohle nur mehr einen verschwindend geringen Anteil am Energieträgermix im Sektor Gebäude auf.
- Nach Preissteigerungen bei Gas von 2003 bis 2012 – ausgenommen 2008 und 2010 – und geringerem Rückgang in den folgenden Jahren lag der reale Gaspreis 2020 nur mehr um 0,9 % über dem Niveau von 1990. Im Vergleich zu 2019 ist der Gaspreis um 2,8 % gesunken.

Die Preise für die leitungsgebundenen Energieträger Strom und Fernwärme sind deutlich hinter der Entwicklung des real verfügbaren Nettoeinkommens zurückgeblieben (siehe Abbildung 82).

- Die Strompreise sind relativ stabil geblieben, aber in den Jahren 2017 bis 2019 knapp unter den Preis von 2002 gesunken. Im Jahr 2020 lag der reale Strompreis um 10,0 % niedriger als 1990. Die Änderung zum Vorjahr betrug +4,3 %.
- Der reale Preis für Fernwärme zeigt eine geringe Dynamik und ist zwischenzeitlich bis etwa 10 % unter das Niveau von 1990 gesunken. Erst ab 2012 sind leichte reale Preissteigerungen erkennbar. Im Jahr 2020 lag der reale Fernwärmepreis um 6,0 % höher als 1990. Die Änderung zum Vorjahr betrug -1,5 %.

Abbildung 83:
Energiepreise biogener Energieträger (real) und reales verfügbares Nettoeinkommen der Privathaushalte, 1990–2020.



Die Preise für die biogenen Energieträger sind deutlich hinter der Entwicklung des real verfügbaren Nettoeinkommens zurückgeblieben (siehe Abbildung 83).

- Der reale Preis für Brennholz ist zwischenzeitlich bis etwa 15 % unter das Niveau von 1990 gesunken. Ab dem Jahr 2018 sind leichte reale Preissteigerungen gegenüber dem Ausgangsniveau erkennbar. Im Jahr 2020 lag der reale Brennholzpreis um 5,7 % höher als 1990. Die Änderung zum Vorjahr betrug -0,5 %.
- Der reale Preis für Holzpellets ist ab 1998 statistisch erfasst und zeigt in den Jahren 2006 sowie 2013 Preisspitzen, u. a. in Folge von Brennstoffverknappung. Zuletzt ist das Preisniveau wieder gesunken. Im Jahr 2020 war der reale Pelletspreis um 2,6 % niedriger als 1998. Die Änderung zum Vorjahr betrug -3,9 %.
- Der reale Preis für Hackgut ist ab 1998 statistisch erfasst und ist seit dem Höchststand 2011 wieder gesunken. Im Jahr 2020 war der reale Hackgutpreis um 7,5 % niedriger als 1998. Die Änderung zum Vorjahr betrug -1,6 %.

**trendbestimmende
Faktoren**

Die Entwicklung der Endverbraucherpreise und das Verhältnis der Preise von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern schafften in der Vergangenheit 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.

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

**Preisanstieg seit
Jänner 2020**

Der Energieträgermarkt reagiert im Kontext des Ukraine-Konflikts und der (geplanten) gefühlten bzw. realen Verknappung fossiler Energieträger mit steigenden Preisen. Gegenüber dem Jahresdurchschnitt 2020 sind für private Haushalte bis März 2022 der reale Heizölpreis um 123 % sowie der reale Erdgaspreis um 161 % stark gestiegen. Die realen Preise für leitungsgebundene Energieträger Strom (+12 %) und Fernwärme (+3 %) entwickeln sich im selben Zeitraum relativ gemäßigt (siehe Abbildung 84).

Auch die realen Preise für Holzpellets (+21 %) und Brennholz (+4 %, bis Februar 2022) sind gestiegen. Für Hackgutpreise liegen nur jährliche Daten über ein stabiles reales Preisniveau seit 2020 (-2 %) vor (siehe Abbildung 85).

Abbildung 84:
Kurzfristige Entwicklung
der Energiepreise von
fossilen Brennstoffen,
Strom und Fernwärme
(real) auf Monatsbasis
seit Jänner 2020.

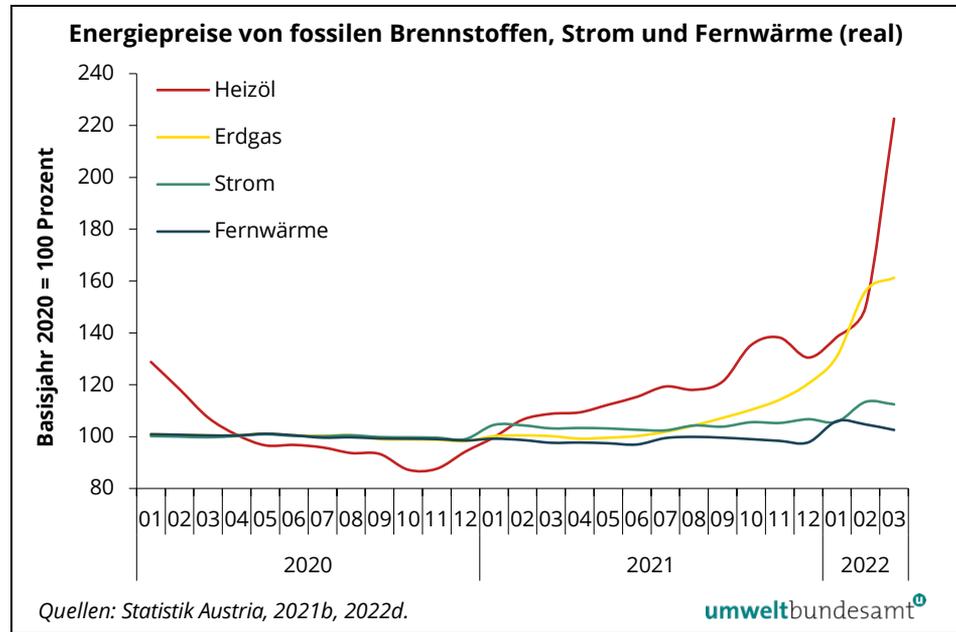
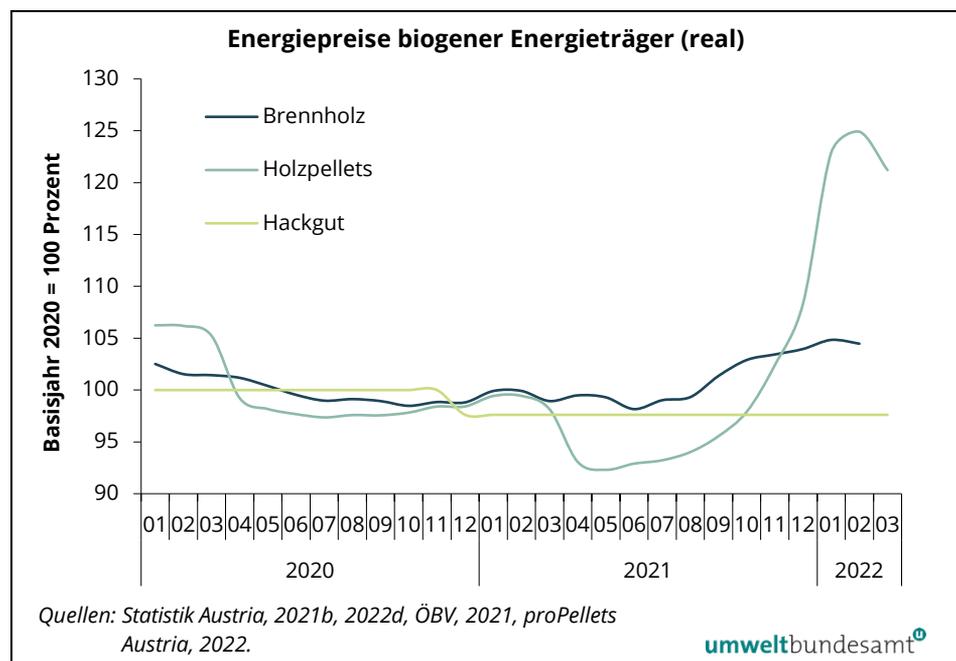


Abbildung 85:
Kurzfristige Entwicklung
der Energiepreise
biogener Energieträger
(real) auf Monatsbasis
seit Jänner 2020.



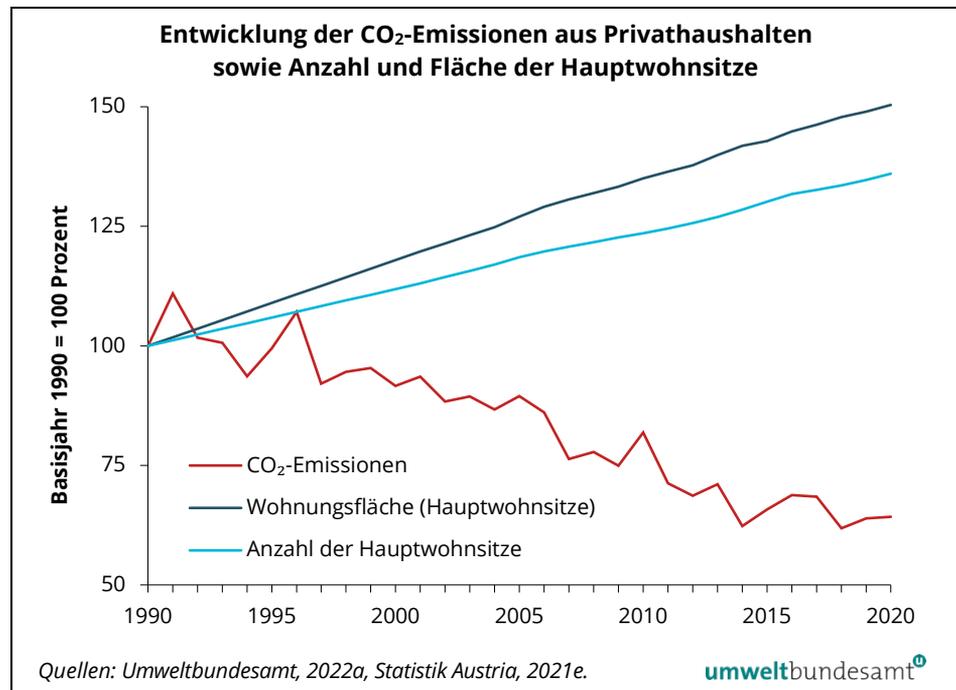
3.3.2 Privathaushalte

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

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 2020 erhöhten sich die CO₂-

Emissionen gegenüber 2019 um 0,5 % v. a. aufgrund der leicht gestiegenen Nutzung von Heizöl (siehe Abbildung 86).

Abbildung 86:
Kohlenstoffdioxid-
Emissionen aus
Privathaushalten
(stationäre und mobile
Quellen) sowie Anzahl
und Wohnnutzfläche⁶²
der Hauptwohnsitze,
1990–2020.



3.3.2.1 Gebäudestruktur, Energieeffizienz und CO₂-Emissionen

Anfang 2021 gab es in Österreich rund 2,13 Mio. Wohngebäude und 4,94 Mio. Wohnungen. Die Wohngebäude gliedern sich zu 87,1 % in Ein- und Zweifamilienhäuser und zu 12,9 % in Mehrfamilienhäuser (inkl. Wohngebäude für Gemeinschaften) (Statistik Austria, 2021d).

trendbestimmende Faktoren

Die Anzahl der Hauptwohnsitze hat sich zwischen 1990 und 2020 um 36,0 % erhöht, die Wohnnutzfläche aller Hauptwohnsitze stieg im selben Zeitraum um 50,4 % (Statistik Austria, 2021d). Die Zahl der Nebenwohnsitze (inklusive Wohnungen ohne Wohnsitzangabe) ist seit dem Census 2011 (Statistik Austria, 2013) von 17,9 % bis Ende 2020 auf etwa 19,2 % aller Wohnungen gestiegen (Statistik Austria, 2021d, 2021e). Die Bevölkerungszahl hat im Vergleich dazu seit 2011 um 6,3 % und seit 1990 um 16,1 % zugenommen (Statistik Austria, 2021f). Alle diese Faktoren wirken als treibende Kräfte tendenziell emissionserhöhend.

Dem gegenüber stehen Einflussfaktoren wie

- Effizienzmaßnahmen an Gebäudeteilen und Heizungskomponenten,
- Energiesparmaßnahmen, wie bedarfsgerechte Anpassung der Heizungssteuerung, der Raumtemperatur oder richtiges Lüften, sowie

⁶² Zum Ausgleich der Methodenänderung ab 2004 wurde die Zeitreihe der Wohnnutzfläche rückwirkend korrigiert.

- der verstärkte Einsatz erneuerbarer Energien

mit Beitrag zur Verminderung der Treibhausgas-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.

potenzielle bauliche Maßnahmen

Welche baulichen Maßnahmen zur Reduktion des Heizenergiebedarfs⁶³ möglich sind, hängt vor allem vom vorhandenen Gebäudebestand ab. Gebäude aus den Bauperioden vor 1970 weisen im Durchschnitt einen deutlich höheren Endenergieverbrauch pro Flächeneinheit⁶⁴ 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.

Energieeinsparung durch thermisch-energetische Sanierung

Der Heizwärmebedarf⁶⁵ ist eine standardisierte Kenngröße für die zum Heizen benötigte Wärme. Im Jahr 2020 wird der mittlere Heizwärmebedarf in der Wohnbauförderung bei umfassender Sanierung um 129 kWh/(m².a) auf 44 kWh/(m².a) gesenkt. Für Dienstleistungsgebäude sowie nicht geförderte Wohngebäude erlaubt die Datenlage derzeit keine (direkt vergleichbare) quantitative Beurteilung über die Veränderung der Gebäudeeffizienz durch thermische Sanierung (BMK, 2021b).

⁶³ Heizenergiebedarf (HEB): Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie (OIB-RL 6, Ausgabe 2019).

⁶⁴ 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 Nettofläche 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 Nettofläche. Über den Anteil der konditionierten BGF der Wohngebäude bzw. Privathaushalte liegen keine statistischen Daten vor. Analoges gilt für Dienstleistungsgebäude bzw. den Dienstleistungssektor.

⁶⁵ Heizwärmebedarf (HWB): Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten (OIB-RL 6, Ausgabe 2019).

3.3.2.2 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 Bewohner:innen 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.

Die Heizungsanlage wird dabei in vielen Fällen nicht optimal an das Gebäude und seine Nutzer:innen angepasst. Entsprechend höher wird der technische

Rebound-Effekt⁶⁶ 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 Gesamtsanierungskonzept und konsequente Qualitätssicherung kann sichergestellt werden, dass angestrebte Einspareffekte tatsächlich realisiert werden.

Gebäuderenovierungs- fahrplan

Im NEEAP 2014⁶⁷ wurde in der Gebäuderenovierungsstrategie eine jährliche flächenbezogene Sanierungsrate⁶⁸ 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 (BMFWF, 2014).

Ein Update im NEEAP 2017⁶⁹ ergibt eine erwartbare Einsparung an jährlich eingesetzter Endenergie von 1.600 GWh gegenüber 2014 (BMFWF, 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, 2019a) und die #mission2030 vom Juni 2018 setzen Etappenziele bis 2030 am Weg zu einer Klimaneutralität bis 2050. Die #mission2030 (BMNT & BMVIT, 2018) strebt eine Verdoppelung der Sanierungsrate auf im Mittel 2 % in

⁶⁶ 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.

⁶⁷ Erster Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2014 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU (BMFWF, 2014)

⁶⁸ 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.

⁶⁹ Zweiter Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2017 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU (BMFWF, 2017)

der Periode 2020–2030 an.⁷⁰ Das Österreichische Regierungsprogramm 2020–2024 will mit konkreten Maßnahmen die Sanierungsrate in Richtung des Zielwertes von 3 % erhöhen.

Sanierungsraten

Auswertungen der Gebäude- und Wohnungszählung 2001⁷¹ sowie des Mikrozensus 2006, 2012, 2018 und 2020 über alle Hauptwohnsitze^{72,73} zeigen für die Jahre 2018–2020 eine durchschnittliche Erneuerungsrate bei thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen von 1,2 ($\pm 0,2$) % bis 2,1 ($\pm 0,3$) % pro Jahr. Die Angaben in Klammern beschreiben das Konfidenzintervall, in dem der wahre Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % aufgrund des Variationskoeffizienten der Mikrozensushebung zu liegen kommt (siehe Tabelle 18).

In Bezug auf die Mittelwerte der Jahre 2018–2020 sind die Erneuerungsraten bei zwei von drei der erfassten thermischen Einzelmaßnahmen (Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke und Wärmedämmung der Außenfassade) sowie bei der energetischen Einzelmaßnahme Heizkesseltausch gegenüber der Vergleichsperiode 2008–2018 rückläufig. Bei der thermischen Einzelmaßnahme Austausch der außenliegenden Fenster und Türen wurde zuletzt jedoch eine stärkere Aktivität erfasst.

⁷⁰ 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.“*

⁷¹ Die Methodik der Gebäude- und Wohnungszählung 2001 ist nur für Fenstertausch und thermische Fassadensanierung mit dem Mikrozensus 2006, 2012, 2018 und 2020 vergleichbar.

⁷² Die Sanierungen werden im Mikrozensus 2004–2018 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 elf 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 elf Jahren.

⁷³ Für den Mikrozensus 2020 wurde die Fragestellung auf *„Wurde seit Herbst 2018 in Ihrer Wohnung eine der folgenden Sanierungsmaßnahmen durchgeführt?“* geändert. Der Umsetzungszeitraum der Sanierungsmaßnahmen liegt methodenbedingt zwischen Herbst 2018 (bewusst weich formulierte Fragestellung) und dem Zeitpunkt der Befragung im dritten Quartal 2020 (Juli bis September 2020). Vereinfachend werden 24 Monate Umsetzungszeitraum über drei Jahre verteilt angenommen. Die Bezugsgröße für die Berechnung der Erneuerungsrate ist deshalb die durchschnittliche Anzahl der Hauptwohnsitze im Bestand im erfassten Betrachtungszeitraum von drei Jahren (2018–2020).

Die vier thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen gemäß Mikrozensus 2004–2018 (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 ab dem Mikrozensus 2020 (Statistik Austria, 2021g) erfasst.

Die Zuteilung der Merkmale aus dem Mikrozensus 2020 (Heizkesseltausch, Fenstertausch, Wärmedämmung⁷⁴ bzw. Gebäudehülle⁷⁵) zu Einzel- und Kombinationsmaßnahmen erfolgt mittels Zuschätzung auf Basis der Sonderauswertung des Mikrozensus 2018. Für alle Auswertungen liegen Variationskoeffizient und daraus abgeleitete Konfidenzintervalle vor.

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.

Tabelle 17: Gesamtanzahl der von thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen betroffenen Hauptwohnsitz-Wohnungen und mittlere Erneuerungsrate pro Jahr (Quellen: Statistik Austria, 2004, 2019, 2021g).

Einzelmaßnahme		Hauptwohnsitz-Wohnungen in 1.000				
		1991–2001	1996–2006	2002–2012	2008–2018	2018–2020
thermisch	Austausch der außenliegenden Fenster und Türen	741	895	844	744	820
		1,9 % p.a.	2,7 (±0,1) % p.a.	2,4 (±0,1) % p.a.	2,0 (±0,1) % p.a.	2,1 (±0,3) % p.a.
thermisch	Wärmedämmung der Außenfassade	402	620	628	575	538
		1,0 % p.a.	1,9 (±0,1) % p.a.	1,8 (±0,1) % p.a.	1,5 (±0,1) % p.a.	1,4 (±0,3) % p.a.
thermisch	Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke	k. A.	560	558	521	481
		k. A.	1,7 (±0,1) % p.a.	1,6 (±0,1) % p.a.	1,4 (±0,1) % p.a.	1,2 (±0,2) % p.a.
energetisch	Heizkesseltausch	k. A.	611	613	698	544
		k. A.	1,8 (±0,1) % p.a.	1,7 (±0,1) % p.a.	1,9 (±0,1) % p.a.	1,4 (±0,2) % p.a.

⁷⁴ Die Variable Wärmedämmung beinhaltet die Maßnahmen Wärmedämmung der Außenfassade, Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke, Wärmedämmung der Kellerdecke, Wärmedämmung des Bodens gegen das Erdreich und liegt dann vor, wenn zumindest eine der angeführten vier Wärmedämmungsmaßnahmen durchgeführt wurde.

⁷⁵ Die Variable Gebäudehülle beinhaltet die Maßnahmen Wärmedämmung der Außenfassade, Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke, Wärmedämmung der Kellerdecke, Wärmedämmung des Bodens gegen das Erdreich und Fenstertausch. Sie liegt dann vor, wenn zumindest eine der angeführten Maßnahmen durchgeführt wurde.

Tabelle 18: Gesamtanzahl der von thermisch-energetischen Kombinationsmaßnahmen betroffenen Hauptwohnsitz-Wohnungen und mittlere Erneuerungsrate pro Jahr (Quellen: Statistik Austria, 2004, 2019, 2021g).

Kombinationsmaßnahme	Hauptwohnsitz-Wohnungen in 1.000				
	1991–2001	1996–2006	2002–2012	2008–2018	2018–2020
Vollständige thermische Sanierung: Kombination aller drei thermischen Einzelmaßnahmen	k. A.	239	238	272	169
	k. A.	0,7 (±0,1) % p.a.	0,7 (±0,1) % p.a.	0,7 (±0,1) % p.a.	0,4 (±0,1) % p.a.
Kombination Heizkesseltausch UND thermische Einzelmaßnahme	k. A.	338	330	331	133
	k. A.	1,0 (±0,1) % p.a.	0,9 (±0,1) % p.a.	0,9 (±0,1) % p.a.	0,3 (±0,1) % p.a.
Umfassende thermisch-energetische Sanierung: Kombination von mindestens 3 der 4 thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen	k. A.	328	328	351	200
	k. A.	1,0 (±0,1) % p.a.	0,9 (±0,1) % p.a.	0,9 (±0,1) % p.a.	0,5 (±0,1) % p.a.

Die Rate der **vollständigen thermischen Sanierungen** zeigt im Betrachtungszeitraum 2018–2020 mit 0,4 % (±0,1 %) pro Jahr eine signifikante Änderung gegenüber dem Vergleichszeitraum 2008–2018 (0,7±0,1 % p.a.).

Im Zeitraum 2018–2020 erfolgte bei 0,3 % (±0,1 %) der Hauptwohnsitze pro Jahr eine **Kombination** von mindestens einer der drei thermischen Sanierungsmaßnahmen **mit einem Heizkesseltausch**, deutlich weniger häufig als im Vergleichszeitraum 2008–2018 (0,9±0,1 % p.a.).

Zudem liegt die mittlere Rate der **umfassenden thermisch-energetischen Gebäudesanierungen** im Zeitraum 2018–2020 bei etwa 0,5 % (±0,1 %) pro Jahr und somit unter dem Vergleichszeitraum 2008–2018 (0,9±0,1 % p.a.).

Sanierungstiefe und Sanierungsqualität

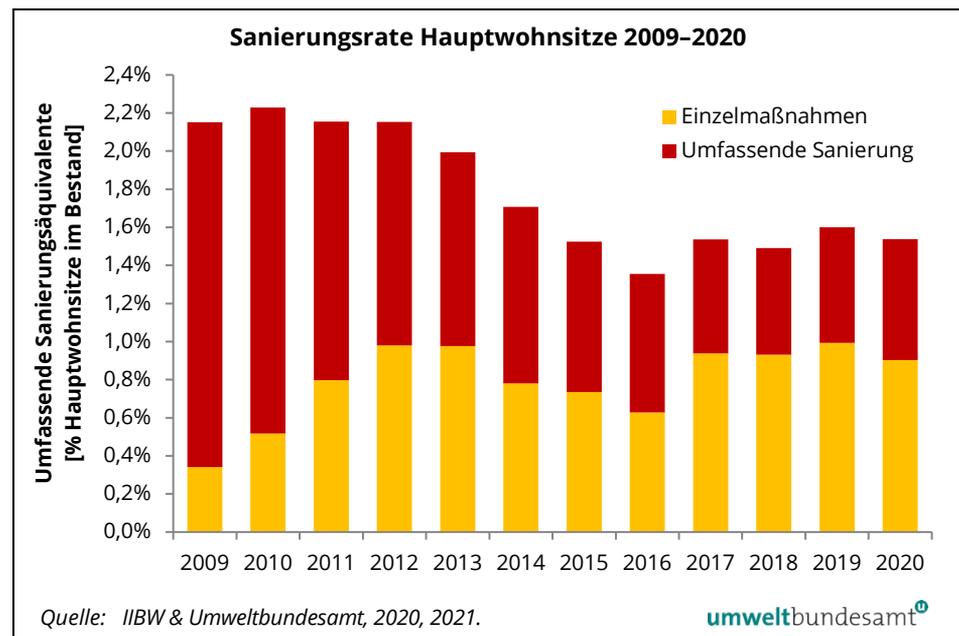
Neben der Sanierungsaktivität ist für die Verbesserung der Energieeffizienz und der Emissionsreduktion des Gebäudebestandes auch die thermisch-energetische Wirksamkeit von Maßnahmen wesentlich. Aussagen zur Sanierungstiefe (Umfang der Sanierungen am Bauteil, z. B. Anteil der getauschten Fenster) und 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 im Mikrozensus 2004–2018 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.
- Im Mikrozensus 2020 sind aufgrund der Verkürzung des Zeitraumes für umgesetzte Maßnahmen auf die letzten zwei Jahre die Fallzahlen für die Auswertung nach Bundesland und nach einzelnen Maßnahmenkombinationen zu gering. Das Qualitätskriterium der Statistik Austria wird ab einem Variationskoeffizienten über 33 % nicht erreicht. Die Hochrechnungen der Einzel- und Kombinationsmaßnahmen sind insgesamt relativ unsicher.

jährliche Sanierungsrate

Aktuelle Arbeiten aus (IIBW & Umweltbundesamt, 2020, 2021) 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 87: Sanierungsrate Hauptwohnsitze 2009–2020: Umfassende Sanierungsäquivalente (Anteil pro Jahr bezogen auf Hauptwohnsitze im Bestand).



Nach der neuen Methode berechnet, lag die Sanierungsrate unter Berücksichtigung umfassender Sanierungen sowie (kumulierter) Einzelbauteilsanierungen für Hauptwohnsitzwohnungen 2009 bei insgesamt 2,2 % (geförderter und freifinanzierter Bereich). 2020 wurden demgegenüber nur noch 1,5 %, bezogen auf alle Hauptwohnsitze, erreicht. Deutlich erkennbar ist der Rückgang der umfassenden Sanierungen, während die Einzelmaßnahmen kaum abgenommen haben (IIBW & Umweltbundesamt, 2020, 2021).

Erweiterung im Monitoringsystem zur Sanierung notwendig

Ein hinreichendes nationales Monitoringsystem zur Erfassung der aktuellen gesamten Sanierungsaktivität (= Berücksichtigung aller thermisch-energetisch relevanten Maßnahmen) und der Sanierungsqualität, vergleichbar mit den jährlichen Berichten über die Marktstatistik innovativer Energietechnologien, existiert in Österreich nicht.

Es kann derzeit keine hinreichende Aussage getroffen werden, welche Gebäudekategorien oder Bauperioden überwiegend von thermischer Sanierung betroffen sind. Über die Sanierungsaktivität der Nicht-Hauptwohnsitze sowie bei den Dienstleistungsgebäuden liegen nur unzureichende Daten vor.

- Die hochgerechnete Gesamtaktivität im Mikrozensus (Statistik Austria, 2019, 2021g) ist hinsichtlich Aussagekraft aufgrund der Stichprobengröße räumlich und inhaltlich eingeschränkt.
- Das Berichtswesen zur Wohnbauförderung bzw. zur Artikel 15a-Vereinbarung über Maßnahmen im Gebäudesektor (BMK, 2021b) gibt einen guten Überblick über die jährlichen Förderzusicherungen und kann in adaptierter Form zu einem integralen Bestandteil eines Monitoringsystems im geförderten Bereich entwickelt werden.
- Auch alternative Konzepte zur Erfassung der Sanierungsaktivität (z. B. über die Panelerhebung im Dienstleistungssektor, Energieausweisdatenbanken oder das Gebäude- und Wohnungsregister) benötigen substanzielle finanzielle und organisatorische Anstrengungen zur tatsächlichen Umsetzung.

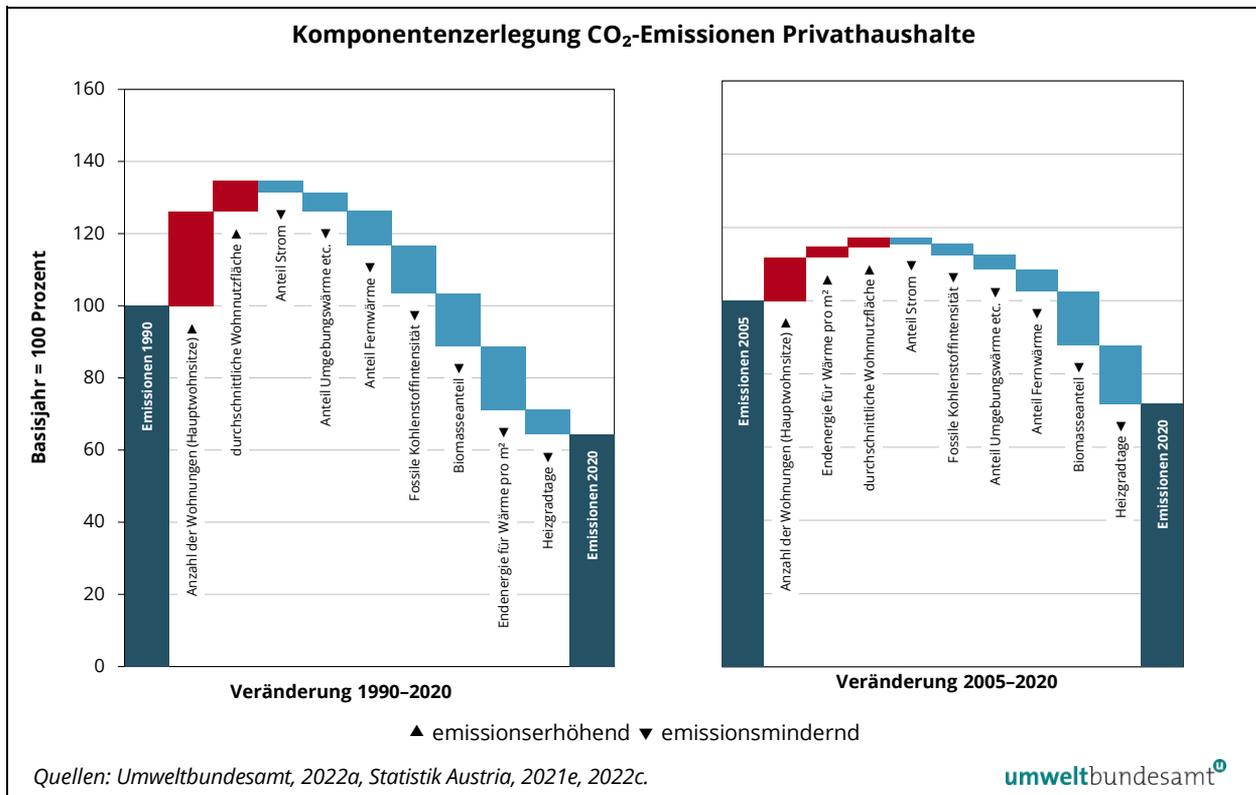
Mittels konsistenter Bestandserhebung von Gebäuden nach Bauperiode und Sanierungszustand können einerseits plausible regionale Zielpfade und Ziel-Sanierungsraten erarbeitet werden und andererseits auch für ein konsistentes Sanierungsmonitoring zur mittelfristigen Zielerreichung der Klimaneutralität im Sektor Gebäude etabliert werden.

3.3.2.3 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 in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 88: Komponentenerlegung der CO₂-Emissionen aus den Privathaushalten aus der Bereitstellung von Wärme – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



Einflussgrößen	Definitionen
Anzahl der Wohnungen (Hauptwohnsitze)⁷⁶	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 4,0 Mio. (2020). Die durch höhere Energieeffizienz bei Neubauten (bei Ersatzneubau mit Außernutzungstellung oder Abbruch eines Bestandsgebäudes) 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 (2020).
Anteil Umgebungswärme etc.	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund des steigenden Anteils der Umgebungswärme etc. – durch Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen) und Solarthermie – am gesamten Endenergieverbrauch (exklusive mobiler Quellen im Sektor Gebäude) von 0,5 % (1990) auf 1,5 % (2005) und 4,3 % (2020).

⁷⁶ 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.

Einflussgrößen	Definitionen
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 8,2 % (1990) auf 9,8 % (2005) und 11,5 % (2020). Hierbei handelt es sich (in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Stromaufbringung) potenziell um zusätzliche CO ₂ -Emissionen im Sektor Energie und Industrie bzw. um eine Verlagerung von CO ₂ -Emissionen (bei Ersatz fossiler Energieträger im Sektor Gebäude) in den Sektor Energie und Industrie. ⁷⁷
fossile Kohlenstoffintensität	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund der sinkenden CO ₂ -Emissionen pro fossile Brennstoffeinheit von 74 Tonnen/TJ (1990) auf 66 Tonnen/TJ (2005) und 63 Tonnen/TJ (2020). 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 13,5 % (2020). Hierbei handelt es sich (in Abhängigkeit vom Anteil erneuerbarer Energie für die Fernwärmeaufbringung) potenziell um zusätzliche CO ₂ -Emissionen im Sektor Energie und Industrie bzw. um eine Verlagerung von CO ₂ -Emissionen (bei Ersatz fossiler Energieträger im Sektor Gebäude) in den Sektor Energie und Industrie. ⁷⁷
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 % (2020) 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 % (2020).
Heizgradtage	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund der geringeren Anzahl der Jahressumme der Heizgradtage von -9,6 % im Jahr 2020 gegenüber 1990. Eine geringe Anzahl an Heizgradtagen ist eine Folge von milderem Wintern. Im Zeitraum von 2005–2020 ist die Anzahl der Heizgradtage um 17,1 % 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.
Endenergie für Wärme pro m²	Ein emissionsmindernder Effekt ergibt sich aufgrund des sinkenden Endenergieverbrauchs (inklusive elektrischem Endenergieeinsatz für die Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Kochen) pro m ² Wohnnutzfläche von 231 kWh/m ² (1990) auf 188 kWh/m ² (2020), wobei seit 2005 (182 kWh/m ²) nur eine geringe Veränderung beobachtbar ist. Die durch den Trend der milderer Witterung bewirkten Minderungen (geringere Heizlast) werden in dieser Einflussgröße nicht berücksichtigt.

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

⁷⁷ In der Komponentenzerlegung wurde für den Bereich der Privathaushalte der Endenergieeinsatz für Strom und Fernwärme zur Bereitstellung von Raumwärme, Warmwasser und Kochenergie mitberücksichtigt, obwohl die Emissionen für die Bereitstellung dem Sektor Energie und Industrie zugeordnet werden.

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 sowie durch Außernutzungstellung oder Abbruch von Bestandsgebäuden (mit geringer thermischer Gebäudequalität) und energieeffizienten Neubau einen großen Anteil an der Entwicklung der Endenergie für Wärme pro m² hat. Die geringe Wirkung dieser Kenngröße zwischen 2005 und 2020 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 (Verbesserung des Wohnkomforts) sind weitere mögliche Erklärungen. Bedeutsam sind auch nichtlineare Zusammenhänge zwischen milderer Witterung 2020 – die Heizgradtage sind gegenüber 2005 um 17,1 % geringer – und der realisierten Endenergieeinsparung durch unzureichende Anpassung der Heizungssteuerung. Für künftige Umsetzungsmaßnahmen ist bei der Verbesserung der Gebäudeeffizienz weiterhin hohes Potenzial gegeben.

Die Erhöhung des Biomasseanteils und ein gesteigerter Anteil der Umgebungswärme etc. (Geothermie, Umgebungswärme (für Wärmepumpen) und Solarthermie) wirken direkt emissionsreduzierend, wohingegen die Wärmestrom- und Fernwärmenutzung (in Abhängigkeit der Anteile erneuerbarer Energieträger für die Aufbringung) potenziell CO₂-Emissionen in den Sektor Energie und Industrie verlagern (bzw. zusätzliche CO₂-Emissionen im Sektor Energie und Industrie verursachen). 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

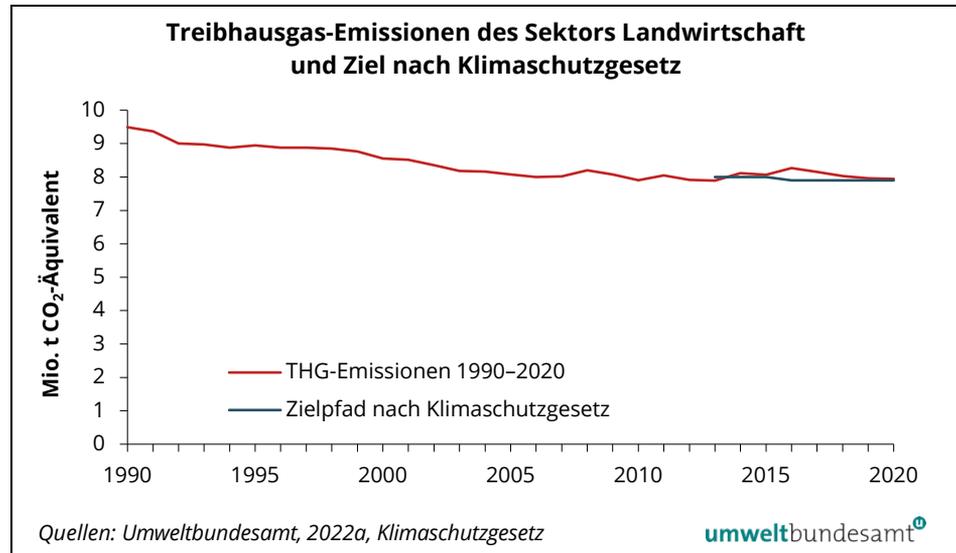
Sektor Landwirtschaft			
THG-Emissionen 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG- Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
7,9	10,8 %	-0,2 %	-16,3 %

**Trend der
Treibhausgas-
Emissionen**

Der Sektor Landwirtschaft war 2020 für insgesamt 7,9 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und damit für 10,8 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich. Von 2019 auf 2020 sind die Emissionen um 0,2 % zurückgegangen, seit 1990 haben sie um 16,3 % abgenommen. Im Jahr 2020 wurde die sektorale

Höchstmengende nach Klimaschutzgesetz von 7,9 Mio. Tonnen um 0,04 Mio. Tonnen überschritten (siehe Abbildung 89).

Abbildung 89:
Treibhausgas-
Emissionen des Sektors
Landwirtschaft,
1990–2020, und Ziel
nach Klimaschutzgesetz.



Hauptverantwortlich für den leichten Rückgang von 2019 auf 2020 sind der rückläufige Rinderbestand (-1,3 %; davon Milchkühe: +0,1 %; andere Rinder: -1,8 %). Laut Grünem Bericht 2021 nahmen im Rinderbereich sowohl die Bruttoeigenerzeugung als auch der Inlandsabsatz ab. Hintergrund sind die pandemiebedingten Absatzprobleme und Preisrückgänge. Im Gegensatz dazu ist in der pflanzlichen Erzeugung ein gestiegenes Produktionsvolumen zu verzeichnen, vor allem bei Getreide, Hackfrüchten sowie Futter- und Eiweißpflanzen (BMLRT, 2021). Der Emissionsrückgang im Rinderbereich wurde letztlich durch die gestiegene Menge an ausgebrachtem Mineraldünger (+1,2 %) und die erhöhten N₂O-Emissionen aus dem Einarbeiten von Ernterückständen nahezu kompensiert. Im Vergleich zu 2019 sind die Treibhausgas-Emissionen aus dem Einsatz fossiler Energieträger annähernd konstant geblieben (+0,1 %). Die gestiegene Emissionsmenge als Folge des erhöhten Kraftstoffeinsatzes (Diesel) bei den mobilen landwirtschaftlichen Geräten (z. B. Traktoren) wurde durch eine Abnahme bei den stationären Anlagen beinahe ausgeglichen.

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 Methangas.

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, 2022a).

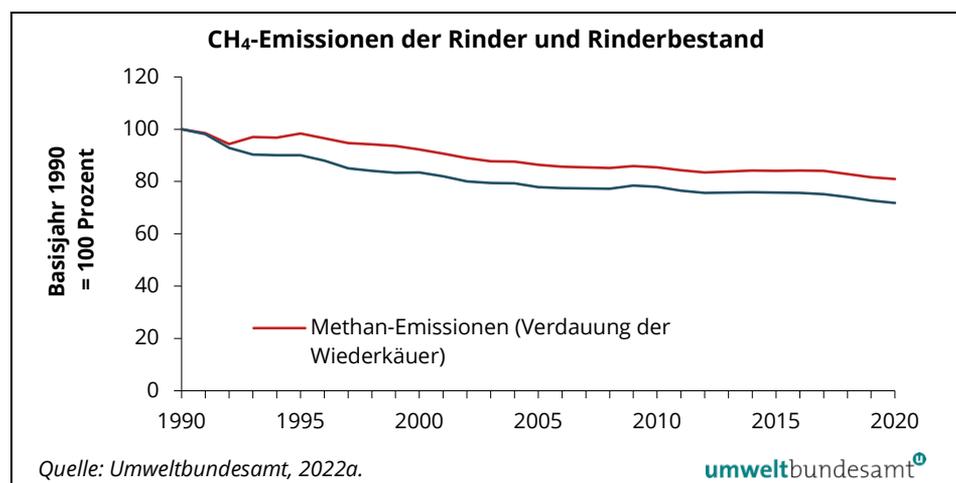
Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Veränderung 1990–2020	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2020
Verdauung (Fermentation) in Rindermägen	4 334	3 538	3 509	-0,8 %	-19,0 %	4,8 %
Düngung landwirtschaftlicher Böden	2 381	1 985	2 003	+0,9 %	-15,9 %	2,7 %
Wirtschaftsdünger-Management	1 137	1 085	1 079	-0,6 %	-5,1 %	1,5 %
Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft	1 373	980	980	+0,1 %	-28,6 %	1,3 %

3.4.1 Verdauung (Fermentation) in Rindermägen

trendbestimmende Faktoren

Die Methan-Emissionen aus dem Verdauungstrakt von Rindern umfassen 4,8 % aller Treibhausgas-Emissionen in Österreich. Sie sind seit 1990 um 19,0 % gesunken. Hauptverantwortlich für diesen Trend ist der Rückgang des Rinderbestandes um 28,2 % seit 1990 (siehe Abbildung 90).

Abbildung 90: Rinderbestand und verdauungsbedingte Methan-Emissionen aus Rindermägen, 1990–2020.



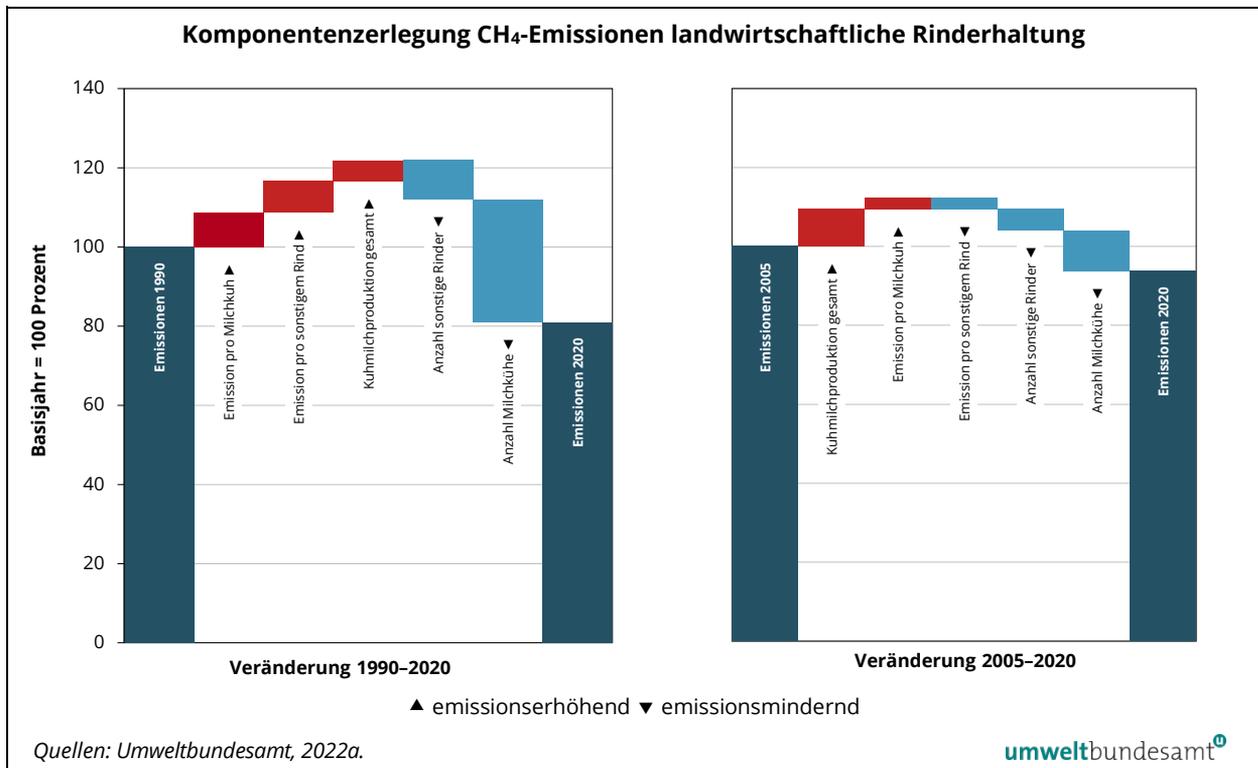
Milchkühe Im Jahr 2020 betrug der Anteil der Milchkühe an den verdauungsbedingten Methan-Emissionen der Rinder 48,7 %. Die Anzahl der Milchkühe nahm seit 1990 stark ab (von rund 905.000 im Jahr 1990 auf rund 525.000 im Jahr 2020) (Statistik Austria, 2021j). Verglichen mit 2019 war im Jahr 2020 eine leichte Zunahme um ca. 700 Milchkühe zu verzeichnen. Seit 1990 kontinuierlich ansteigend ist die Milchleistung je Milchkuh (BMLRT, 2021). 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 90).

3.4.1.1 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf die CH₄-Emissionen im Bereich der Viehhaltung (Fermentation) wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

Abbildung 91: Komponentenerlegung der CH₄-Emissionen aus den Emissionen aus der landwirtschaftlichen Rinderhaltung – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).



Einflussfaktoren	Definitionen
Emission pro Milchkuh	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden CH ₄ -Emissionen (in CO ₂ -Äquivalent) von 2,7 Tonnen je Milchkuh (1990) auf 3,0 Tonnen (2005) und 3,3 Tonnen (2020) ergibt. Die Ursache des erhöhten Emissionsfaktors liegt in der energiereicheren Fütterung des leistungsstärkeren Milchviehs.
Emission pro sonstigem Rind (ohne Milchkühe)	Emissionserhöhender Effekt, der sich aufgrund der steigenden CH ₄ -Emissionen (in CO ₂ -Äquivalent) von 1,1 Tonnen je sonstigem Rind (1990) auf 1,4 Tonnen (2005 bzw. 2020) 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 3.824 Kilotonnen (2020) ergibt, wobei bis 2005 (mit 3.090 Kilotonnen) ein Rückgang beobachtet wurde. ⁷⁸
Anzahl sonstige Rinder (ohne Milchkühe)	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund der sinkenden Anzahl der sonstigen Rinder von 1,7 Mio. (1990) auf 1,5 Mio. (2005) und 1,3 Mio. (2020) ergibt.

⁷⁸ bezogen auf den Viehbestand am Stichtag der allgemeinen Viehzählung (1. Dezember 1990 bzw. 2019)

Einflussfaktoren	Definitionen
Anzahl Milchkühe (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 7.286 kg (2020) werden in Österreich Jahr für Jahr weniger Milchkühe 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 Milchkühen, sondern den sonstigen Rindern zugeordnet.

Aus der Komponentenzerlegung geht hervor, dass die Milchproduktion einen entscheidenden Einfluss auf die Treibhausgas-Emissionen der Viehwirtschaft 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 Grundfutternutzung 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 2,7 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen. Sie haben seit 1990 um 15,9 % abgenommen; im Vergleich zum Vorjahr kam es zu einer Zunahme um 0,9 %.

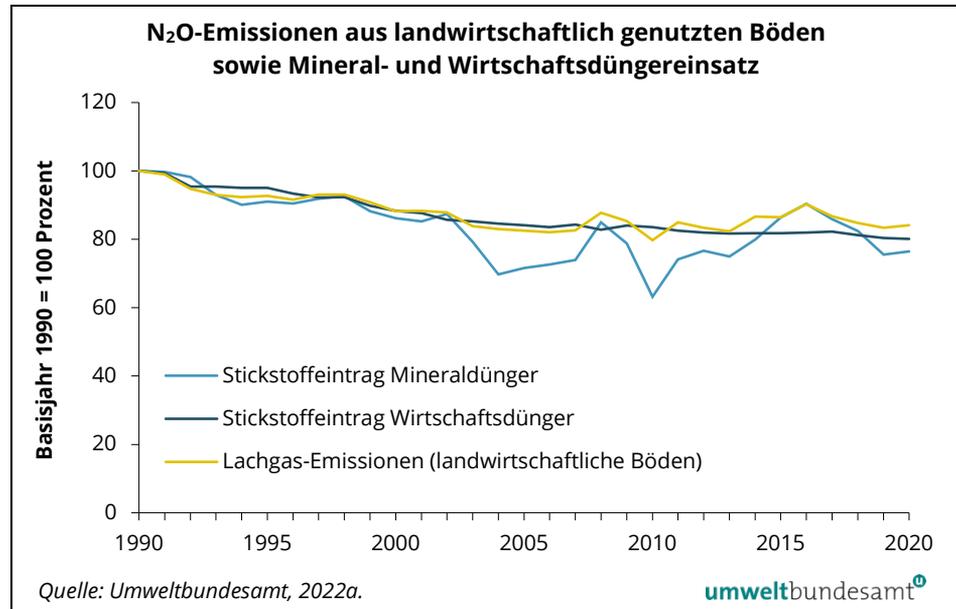
Hauptverantwortlich dafür ist die gestiegene Ausbringung von Mineraldüngern (+1,2 %) und die erhöhten N₂O-Emissionen aus Ernterückständen. In der pflanzlichen Erzeugung war ein gestiegenes Produktionsvolumen zu verzeichnen, vor allem bei Getreide, Hackfrüchten sowie Futter- und Eiweißpflanzen (BMLRT, 2021).

Mehr als die Hälfte (2020: 57,3 %) 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 92). Der Einsatz von Mineraldüngern wurde in Österreich im Vergleich der Jahre 1990 und 2020 um 23,6 % 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, 2021), 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 92:
Lachgas-Emissionen aus
Stickstoffdüngung sowie
Düngereinsatz,
1990–2020.



Die Menge an Wirtschaftsdünger ging im Vergleich zu 1990 um 19,9 % 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.

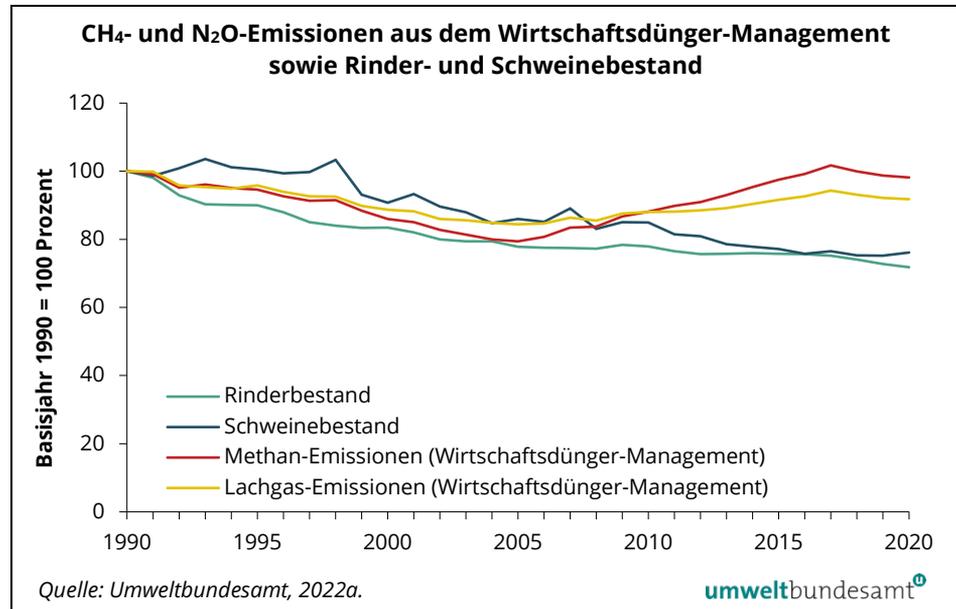
3.4.3 Wirtschaftsdünger-Management

trendbestimmende Faktoren

Die Treibhausgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management (Methan und Lachgas aus den Ställen und Lagerung von Wirtschaftsdünger) sind seit 1990 um insgesamt 5,1 % gesunken (CH₄: -1,9 %, N₂O: -8,3 %). Trotz der aufgrund der sinkenden Anzahl an Rindern (- 28,2 %) und Schweinen (- 23,9 %) zwischen 1990 und 2020 abnehmenden Wirtschaftsdüngermenge (siehe Abbildung 93) kam es in der Tierhaltung vor allem in den letzten Jahren durch den zunehmenden Gebrauch von Flüssigmistsystemen abnehmenden Wirtschaftsdüngermenge zu einem Anstieg der Methan-Emissionen.

Ursachen für den seit 2005 zunehmenden 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 N₂O-Emissionen aus der Deposition von verflüchtigtem Stickstoff aus dem Wirtschaftsdünger-Management bilden.

Abbildung 93:
Methan- und Lachgas-
Emissionen aus dem
Wirtschaftsdünger-
Management sowie
Rinder- und Schweine-
bestand, 1990–2020.

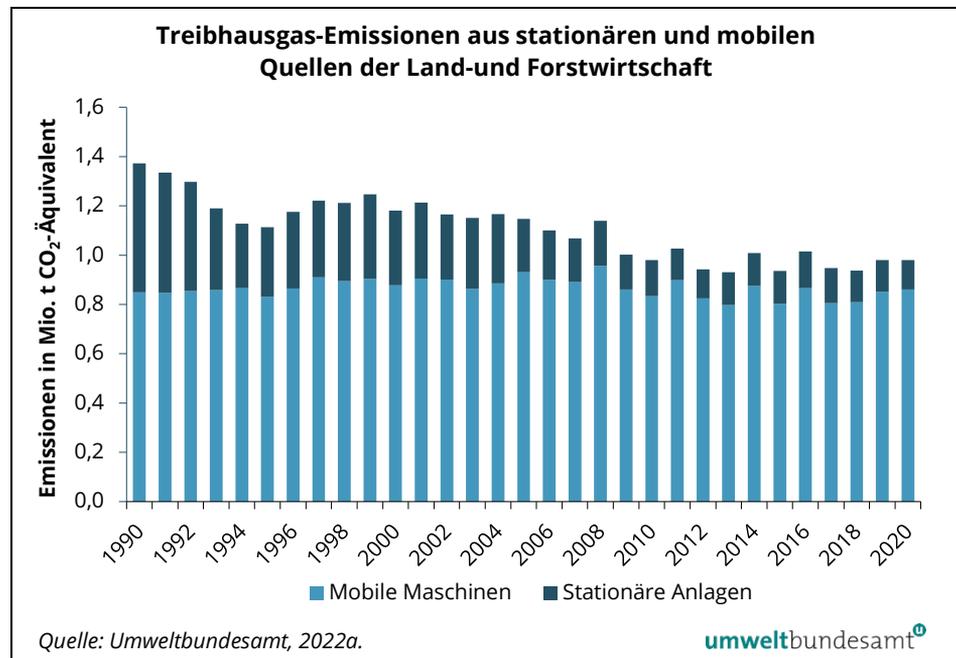


3.4.4 Energieeinsatz in der Land- und Forstwirtschaft

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 1,3 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen und lagen im Jahr 2020 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 94:
Treibhausgas-
Emissionen stationärer
Anlagen und mobiler
Quellen der Land- und
Forstwirtschaft,
1990–2020.



trendbestimmende Faktoren Insgesamt haben seit 1990 die Treibhausgas-Emissionen aus dem Verbrauch fossiler Energieträger im Sektor Landwirtschaft um 28,6 % abgenommen. Im Vergleich zum Vorjahr sind die Emissionen 2020 um rund 0,1 % gestiegen.

Die Reduktion seit 1990 im Bereich der stationären Anlagen beträgt 77,1 % 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 (+1,3 %).

3.4.5 Konsum landwirtschaftlicher Produkte

Die große Bedeutung der Viehwirtschaft für das Emissionsgeschehen in Österreich wurde bereits beschrieben. Der Verbrauch von Lebensmitteln auf Konsument:innenseite 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, 2020b) 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, 2020b).

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 2021h, 2021i). 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 2020 einen Selbstversorgungsgrad von 145 % und bei Schweinefleisch von 106 %.

Tabelle 20: Selbstversorgungsgrad von verschiedenen Fleischarten in Österreich in Schlachtgewicht in Tonnen für das Jahr 2020 (Statistik Austria, 2021i).

Bilanzposten	Rind und Kalb	Schwein	Schaf und Ziege	Pferd	Innereien	Geflügel	Sonstiges (Wild)	Insgesamt
Bruttoeigenerzeugung*	209 219	474 837	7 323	149	66 689	143 948	7 815	909 981
Einfuhr lebender Tiere	21 519	30 278	70	18	6 483	24 326	-	82 694
Ausfuhr lebender Tiere	14 554	676	289	77	2 464	3 165	-	21 226
Nettoerzeugung (Inlandsschlachtungen)	216 184	504 439	7 103	90	70 709	165 109	7 815	971 448
Einfuhr	56 036	159 910	2 479	260	11 242	102 911	3 182	336 019
Ausfuhr	127 656	216 599	52	0	71 583	81 052	1 648	498 590
Inlandsverbrauch	144 564	447 750	9 530	350	10 367	186 968	9 348	808 877
Menschlicher Verzehr	96 858	315 664	6 338	259	2 696	111 246	6 310	539 369
Menschl. Verzehr Pro Kopf in kg	10,9	35,4	0,7	0,0	0,3	12,5	0,7	60,5
Selbstversorgungsgrad in %	145	106	77	43	643	77	84	112

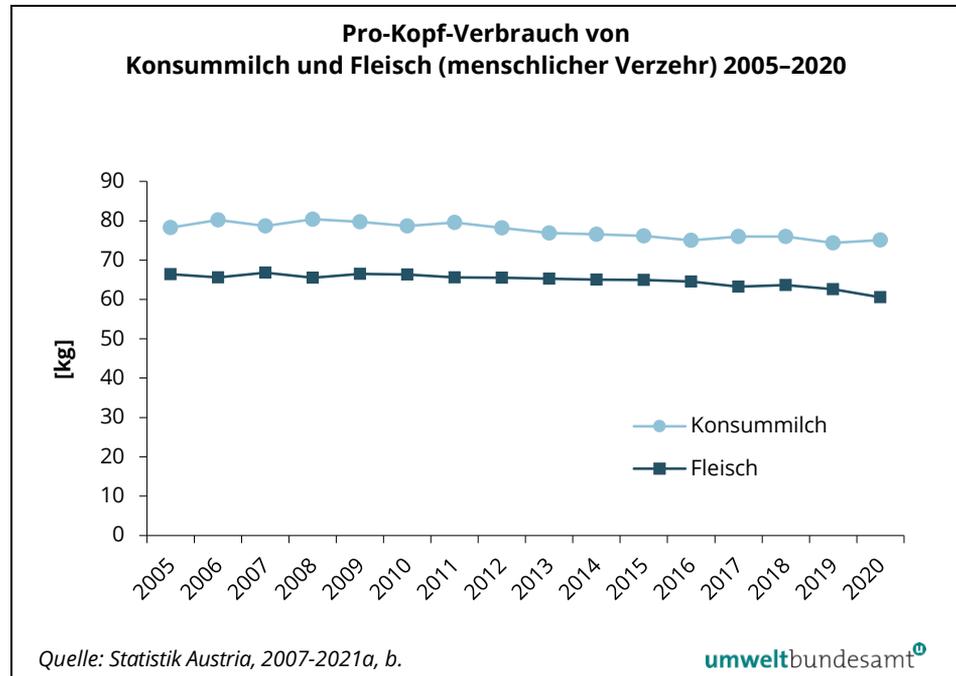
* Die Bruttoeigenerzeugung umfasst sämtliche im Inland erzeugten Tiere, unabhängig von der Schlachtung im In- oder Ausland. Sie errechnet sich aus den Inlandsschlachtungen (gewerbliche Schlachtungen und Hausschlachtungen) abzüglich der eingeführten und zuzüglich der ausgeführten Schlacht-, Nutz- und 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, 2021k).

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 2020 ist der Fleischkonsum in Österreich um 8,8 % auf 60,5 Kilogramm pro Kopf und Jahr gesunken (Statistik Austria, 2021k). Damit liegt er jedoch immer noch um ein Vielfaches über den Empfehlungen von WHO und der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) von max. 23 kg Fleisch pro Person und Jahr (BMGF, 2017).

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Konsummilch in Österreich betrug 2020 75,1 kg. Er ist zwischen 2005 und 2020 mit rund 4,1 % ebenso etwas zurückgegangen.

Abbildung 95:
Pro-Kopf-Verbrauch von
Konsummilch und
Fleisch (menschl.
Verzehr), 2005–2020.



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, 2021k) 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 könnte erhebliche Ackerflächen für andere Verwendungen freisetzen. Global wird ca. ein Drittel der Weltgetreideproduktion für Futterzwecke verwendet (FAO, 2011, Steinfeld et al., 2006) bzw. werden auf 71 % der Ackerflächen 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 von Wiederkäuern zur Erzeugung von Lebensmitteln genutzt werden. Grünlandbasierte Wiederkäuerhaltung leistet darüber hinaus u. a. einen wichtigen Beitrag für die Offenhaltung der Kulturlandschaft und die Erhaltung des Bodens als wertvollen Kohlenstoffspeicher. Dauergrünland-basierte Produktionssysteme wie Jungrinder-, Kalbinnen- und Ochsenmast weisen zwar einen hohen gesamten Flächenbedarf auf, haben aber einen geringen Ackerflächenbedarf je Produkteinheit und damit eine geringe Lebensmittelkonkurrenz bzw. eine hohe Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE), im Gegensatz zur intensiven Rindermast (maisbasierte Stier- und

Kalbinnenmast) und zur Mast von Schweinen oder Geflügel. Die zukünftige Tierhaltung sollte deshalb vermehrt Synergien von positiven Ökosystemleistungen mit reduzierten THG-Emissionen anstreben (Hörtenhuber et al., 2022).

Im Rahmen des Projektes „Resilienz: Corona-Krise und land- und forstwirtschaftliche Wertschöpfungsketten – Lessons Learnt“, beauftragt vom BMLRT im Jahr 2020, wurde ein Carbon Footprint (CFP) von österreichischem Rindfleisch erarbeitet und mit internationalen Zahlen verglichen. Die Berechnungen haben im Einklang mit den Ergebnissen internationaler Studien gezeigt, dass die Treibhausgas-Emissionen aus der Rindfleischproduktion in Österreich im Vergleich zu anderen Ländern (z. B. Argentinien) als niedrig einzuordnen sind. Einer der Gründe dafür ist, dass die notwendigen Futterflächen im Umkreis der landwirtschaftlichen Nutztiere vorhanden sind. Dadurch ist ein zusätzlicher Transport mittels LKW nicht erforderlich. Dieser Bezug zwischen Tieranzahl und verfügbaren Futterflächen stellt einen deutlichen Treibhausgasvorteil dar, d. h. die Treibhausgas-Emissionen werden dadurch reduziert. Dieser Vorteil sollte im Hinblick auf eine dekarbonisierte Gesellschaft beibehalten werden (Kirchner et al., 2021).

Reduktion von Lebensmittelabfällen

Die Produktion von Lebensmitteln bis hin zu den essfertigen Speisen erfordert Rohstoffe und Energie und hat neben ökonomischen auch soziale und ökologische 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, 2020b). 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, 2020b).

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 Außerhaus-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, 2020b, Hietler & Pladerer, 2019).

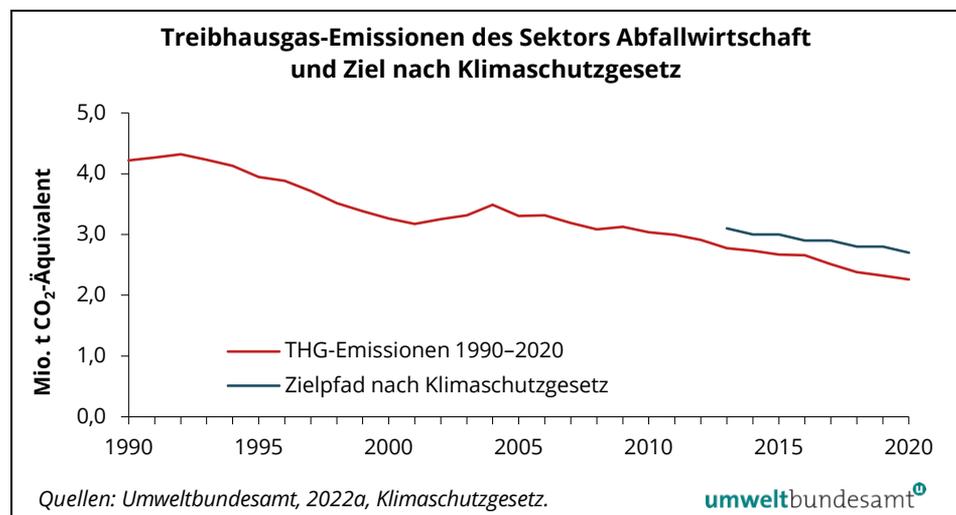
3.5 Sektor Abfallwirtschaft

Sektor Abfallwirtschaft			
THG-Emissionen 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG- Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
2,3	3,1 %	-2,8 %	-46,5 %

Trend der Treibhausgas-Emissionen

Im Jahr 2020 verursachte der Sektor Abfallwirtschaft Emissionen im Ausmaß von 2,3 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und lag somit um 0,44 Mio. Tonnen unter der sektoralen Höchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz. Der Sektor Abfall umfasst etwa 3,1 % der österreichischen Treibhausgas-Emissionen. Im Vergleich zu 2019 sind die Emissionen um 2,8 % zurückgegangen. Diese Reduktion ist auf die rückläufige Deponiegasbildung zurückzuführen, aber auch die Emissionen aus der Abfallverbrennung sind gegenüber dem Vorjahr gesunken (-1,3 %). Bezogen auf das Jahr 1990 kam es zu einer Emissionsabnahme um 46,5 %, hauptsächlich aufgrund der sinkenden Emissionen aus Abfalldeponien. Neben der verstärkten Abfalltrennung beginnend in den 1990er 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 96:
Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Abfallwirtschaft, 1990–2020, 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 47 % der Treibhausgas-Emissionen des Sektors verantwortlich, Deponien für 37 %. 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 (-77 % gegenüber 1990), verzeichnen die Treibhausgas-Emissionen aus der Abfallverbrennung mit anschließender Energiegewinnung einen deutlich ansteigenden Trend (+258 %), allerdings von einem geringen Ausgangsniveau 1990 ausgehend (Umweltbundesamt, 2022a).

Tabelle 21: Hauptverursacher der Emissionen des Abfallwirtschaftssektors (in 1.000 t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).

Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019-2020	Veränderung 1990-2020	Anteil an den nationalen THG- Emissionen 2020
Deponien	3 644	882	831	-5,8 %	-77 %	1,1 %
Biologische Abfallbehandlung	36	183	185	+0,9 %	+417 %	0,3 %
Abfallverbrennung (mit anschließender Energiegewinnung)	293	1 064	1 050	-1,3 %	+258 %	1,4 %
Abwasserbehandlung und -entsorgung	219	192	191	-0,4 %	-12 %	0,3 %

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 i.d.F. BGBl. I Nr. 200/2021) mit seinen begleitenden Fachverordnungen, insbesondere die

- Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle (BGBl. Nr. 68/1992 i.d.F. BGBl. Nr. 456/1994),
- Verpackungsverordnung (VerpackVO 1996 (BGBl. Nr. 648/1996); VerpackVO 2014 (BGBl. II Nr. 184/2014 i.d.F. BGBl. II Nr. 597/2021)),

- 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. 144/2021).

***(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 Verpackungsverordnung 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 97) 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 stehen zahlreiche großtechnische Anlagen zur

Behandlung von gemischten Siedlungsabfällen und Klärschlamm zur Verfügung (Stand 2020):

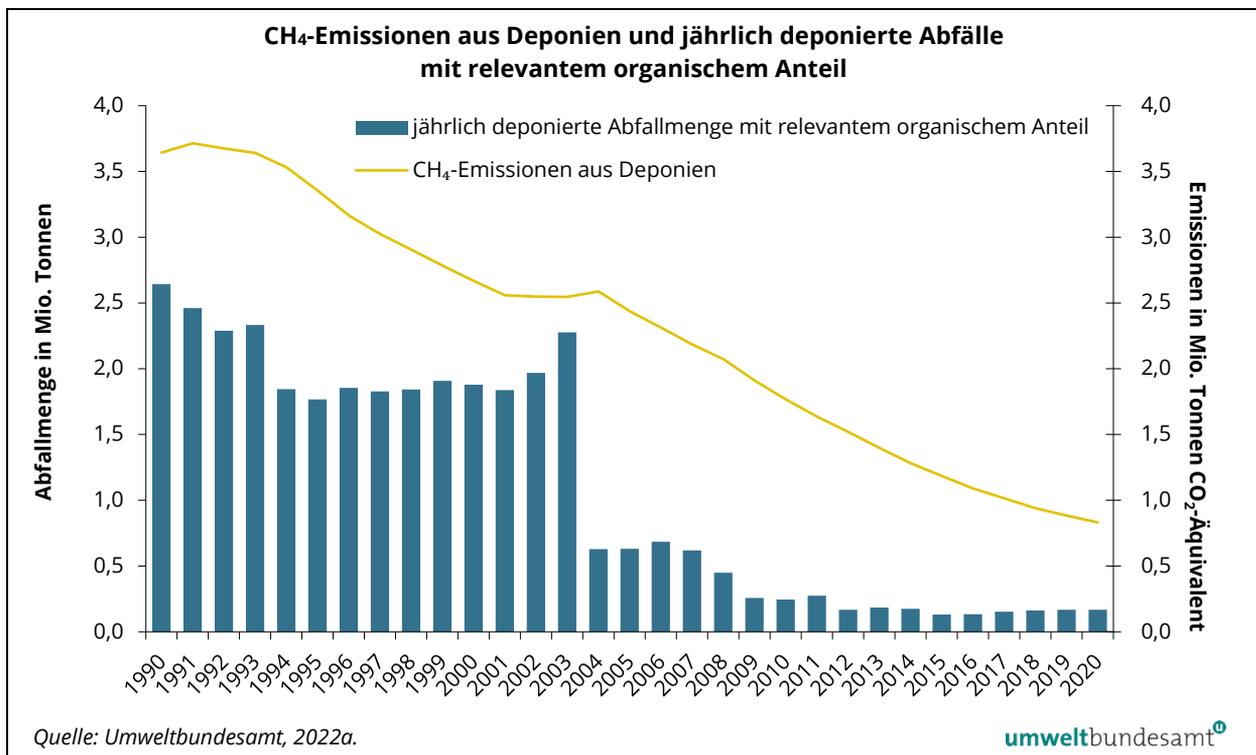
- 11 Anlagen zur thermischen Behandlung von Siedlungsabfällen;
- 14 Anlagen zur mechanisch-biologischen Abfallbehandlung von gemischtem Siedlungsabfall und sonstigen Abfällen.

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 97: Methan-Emissionen aus Deponien und jährlich deponierte Abfälle mit relevantem organischem Anteil, 1990–2020.



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 50–55 % 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.

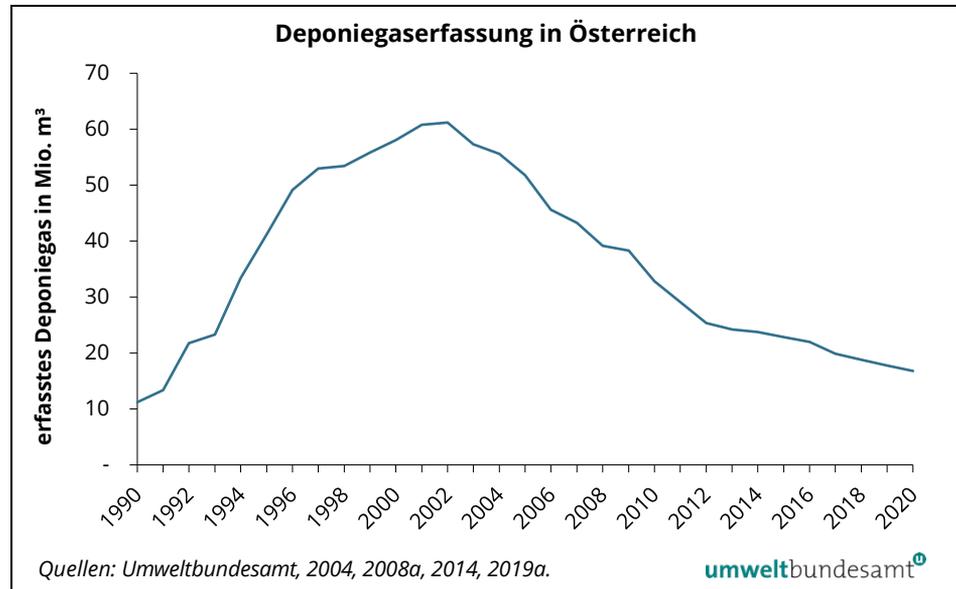
Vom Umweltbundesamt wurden bereits wiederholt deponiegasrelevante Angaben von Deponiebetreibern mittels Fragebogen abgefragt (Umweltbundesamt, 2004, 2008a, 2014, 2019a). Ein Hauptziel war es, die erfassten Deponiegasemengen und Methanfrachten zu erheben und die jeweilige Verwertung bzw. Behandlung darzustellen.

Ursachen der sinkenden Deponiegasemengen

Gegenüber 2002 sind die erfassten Deponiegasemengen um rund 73 % gesunken. Dies hat verschiedene 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 98:
Entwicklung der
Deponiegaserfassung
in Österreich,
1990–2020.



Verwertung des Deponiegases

Von der erfassten Gasmenge werden ca. 25 % ausschließlich zur Gewinnung von Strom verwendet, ca. 56 % bei der Verstromung auch thermisch verwertet. 1 % wird rein thermisch genutzt und der Rest (ca. 18 %) ohne energetische Nutzung abgefackelt, v. a. auf kleinen Deponien (Umweltbundesamt, 2019a).⁷⁹

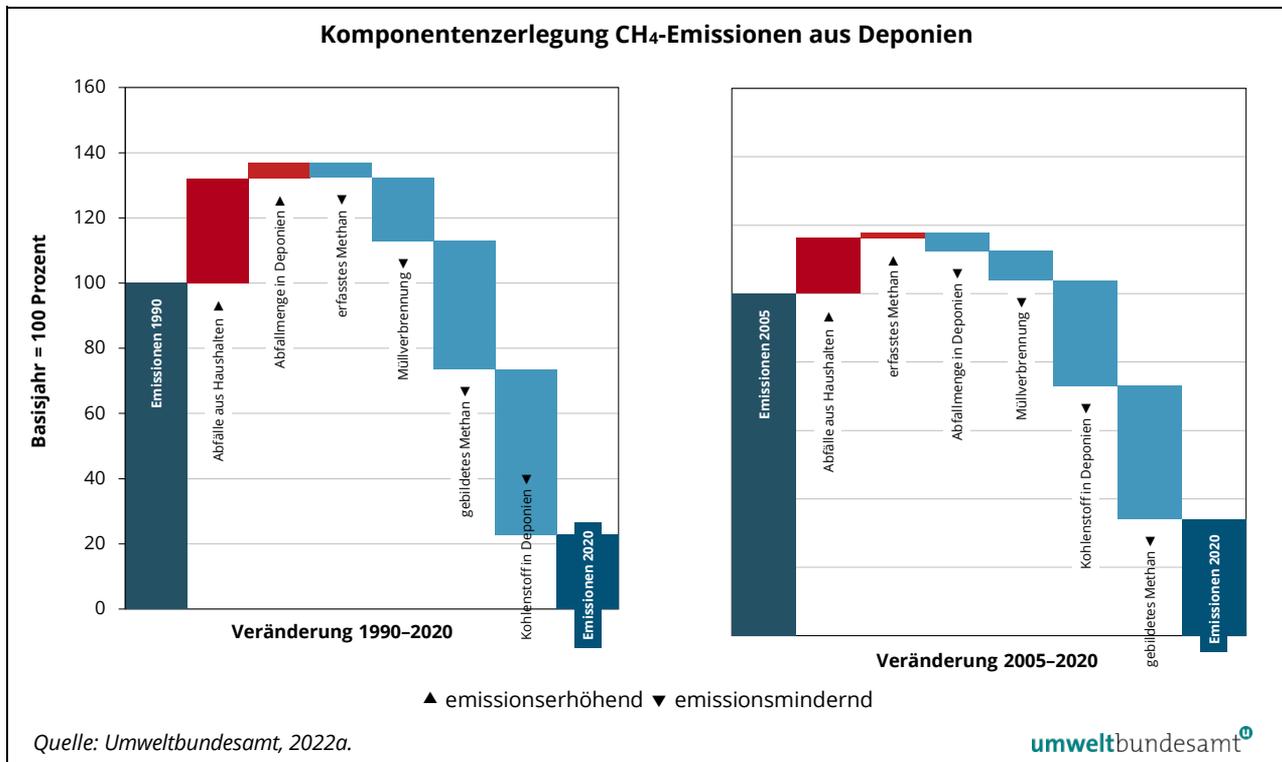
3.5.1.1 Komponentenerlegung

Die Wirkung ausgewählter Einflussfaktoren auf Methan-Emissionen aus Deponien wird nachstehend analysiert. Für die Gegenüberstellung der Emissionen in den Zeiträumen 1990–2020 und 2005–2020 wurde die Methode der Komponentenerlegung eingesetzt.

Die Größe der Balken spiegelt das relative Ausmaß der Beiträge (berechnet in Tonnen CO₂) der einzelnen Parameter zur Emissionsentwicklung wider (wobei das Symbol ▲ einen emissionserhöhenden Effekt, das Symbol ▼ einen emissionsmindernden Effekt kennzeichnet). Details zur Methode sind in Anhang 2 dargestellt.

⁷⁹ Dies verringert die Treibhausgas-Emissionen, da Methan bei der Verbrennung zu Kohlenstoffdioxid oxidiert, welches ein geringeres Treibhausgas-Potenzial hat.

Abbildung 99: Komponentenerlegung der Methan-Emissionen aus Deponien – Gegenüberstellung 1990–2020 (links) und 2005–2020 (rechts).



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 4,6 Mio. Tonnen (2020) ergibt (BMK, 2022d).
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 (2020). Bei Betrachtung der jährlich neu deponierten Menge Abfall zeigt sich hingegen (speziell von 2003 auf 2004) eine deutliche Verringerung, die auf das Inkrafttreten des Ablagerungsverbotes der Deponieverordnung zurückzuführen ist.
erfasstes Methan	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des sinkenden Anteils des emittierten Methans von 88 % (1990) auf 79 % (2005) und 81 % (2020) bzw. des steigenden Anteils des erfassten Methans, bezogen auf das gesamt gebildete Methan, ergibt. Seit 2002 sinkt die Deponiegas-erfassung und der Anteil des emittierten Methans steigt.
Müllverbrennung	Emissionsmindernder Effekt, der sich aufgrund des steigenden Anteils der thermischen Behandlung der Haushaltsabfälle von 7 % (1990) auf 26 % (2005) und 36 % (2020) ergibt (BMK, 2022d).
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 22 kg CH ₄ /Tonne Kohlenstoff (2020) 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 Einträge abbaubaren Kohlenstoffs sinken und andererseits im Zeitablauf der nicht abbaubare Kohlenstoff in der Deponie akkumuliert.

Einflussfaktoren	Definition
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 (2020) 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 dieser Kategorie bereits 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.

steigendes Aufkommen biogener Abfälle

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 Ablagerungsverbotes von Abfällen mit hohen organischen Anteilen in den Bundesländern, die die Ausnahmeregelung der Deponieverordnung nicht beansprucht haben (siehe Abbildung 100). Auch die Anhebung der Altlasten (ALSAG)-Beiträge für die Ablagerung derartiger Abfälle ab 2004 trug zum Anstieg des Aufkommens bei.

aerobe mechanisch- biologische Abfall- behandlung

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.

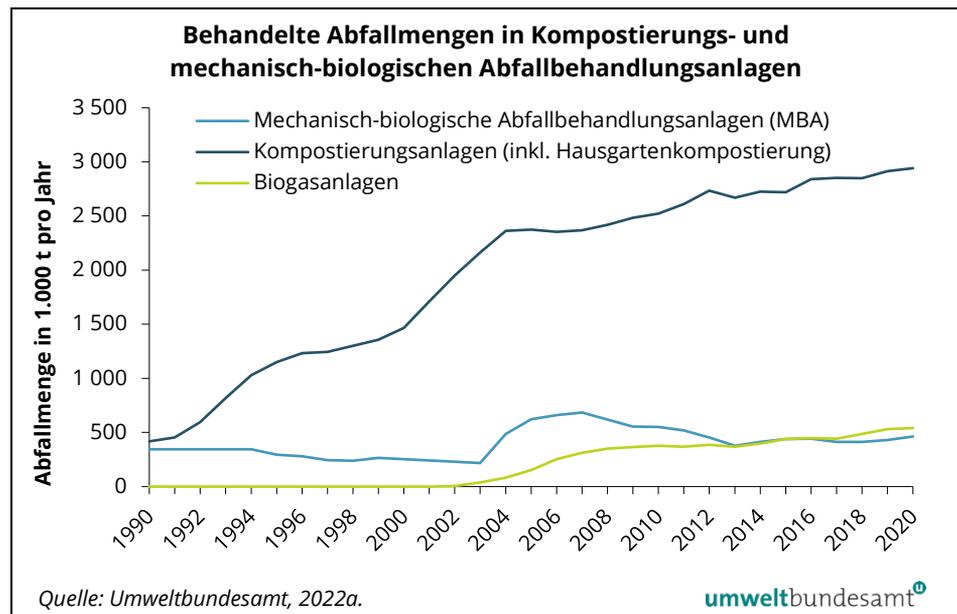
Neben der mechanisch-biologischen Behandlung zum Zweck der Deponierung existiert in Österreich auch eine mechanisch-biologische Behandlung vor einer thermischen Behandlung. Hierbei wird der Abfall vor der thermischen Behandlung zerkleinert und homogenisiert und mitunter lediglich von Sperr-

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 100:
Menge der aerob und anaerob biologisch behandelten Abfälle, 1990–2020.



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 größtenteils 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, entweichen.

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.

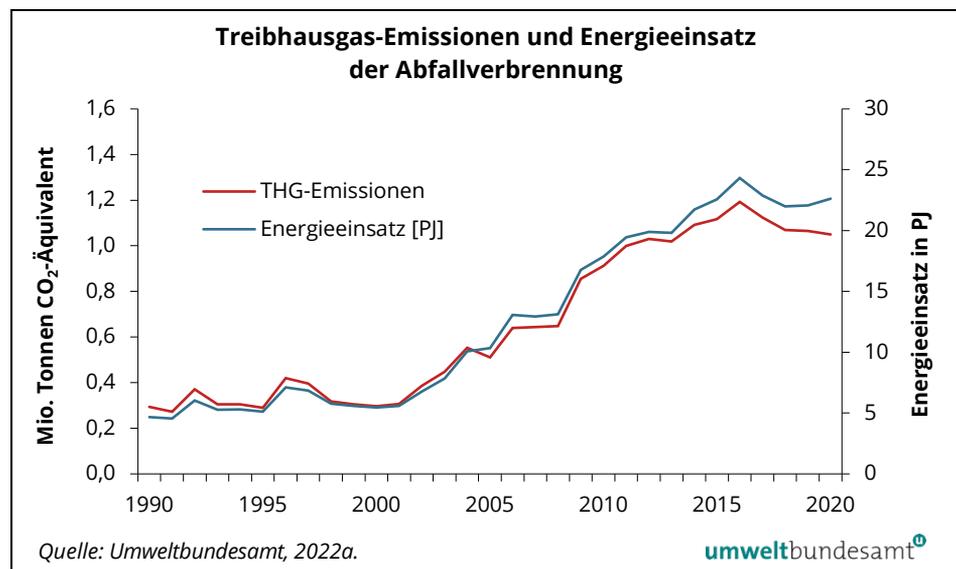
3.5.3 Abfallverbrennung

starke Zunahme der Treibhausgas- Emissionen

Die Treibhausgas-Emissionen aus der Abfallverbrennung haben sich seit 1990 mehr als verdreifacht. Sie lagen im Jahr 2020 bei 1,1 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, sind jedoch gegenüber dem Vorjahr um 1,3 % gesunken. Hier werden vor allem Hausmüll oder hausmüllähnliche Abfälle, Sonderbrennstoffe sowie gefährliche Abfälle berücksichtigt. Abbildung 101 zeigt den Verlauf der Treibhausgas-Emissionen und den Energieeinsatz der eingesetzten brennbaren Abfälle (inklusive erneuerbarem Anteil). Der Energieeinsatz hat im Jahr 2020 rund 22,6 PJ betragen und ist gegenüber dem Vorjahr 2019 um 2,5 % gestiegen.

Durch die Zunahme der Abfallverbrennung sinken die Emissionen im Sektor Energie und Industrie.

Abbildung 101:
Treibhausgas-
Emissionen und
Energieeinsatz der
Abfallverbrennung,
1990–2020.



3.5.4 Abwasserbehandlung und -entsorgung

kommunale Kläranlagen

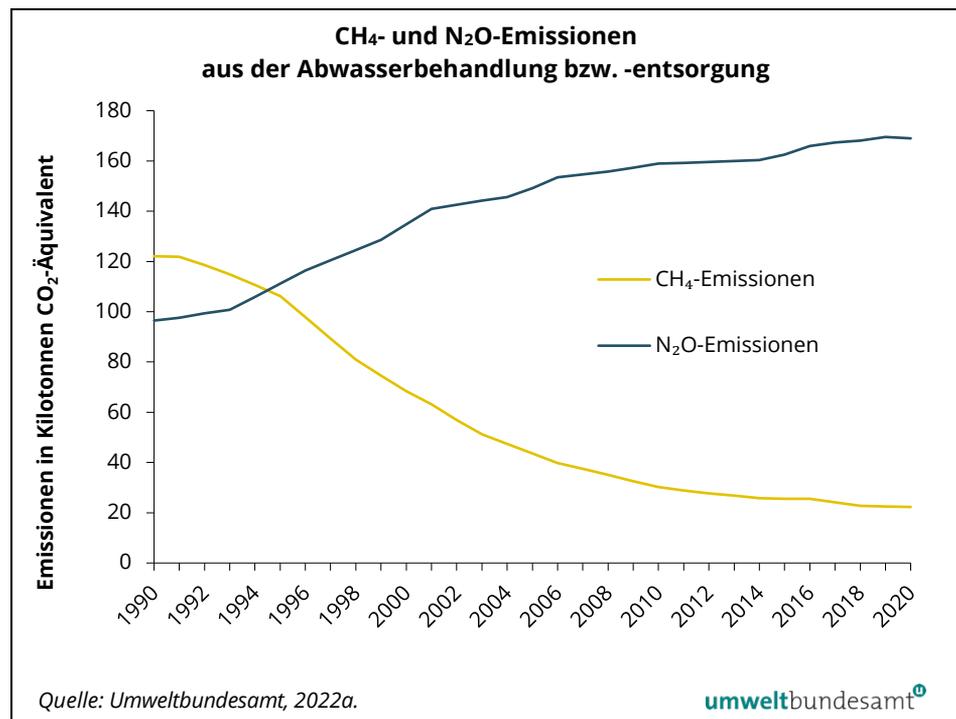
In Österreich erfolgt die Behandlung kommunaler Abwässer vorwiegend in kommunalen Kläranlagen. Zum Schutz der Gewässer und aus hygienischen Gründen wurden in den letzten Jahren ländliche Gebiete verstärkt an Kläranlagen angeschlossen. Diese Entwicklung sowie die zunehmende Verstädterung haben dazu geführt, dass sich der Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation von 71 % (1991) auf 96 % (2020) erhöht hat (BMLRT, 2022).

Gleichzeitig nahm die Bedeutung von Senkgruben – und damit auch die Höhe der **Methan**-Emissionen aus dieser Quelle⁸⁰ – deutlich ab. Im Jahr 2020 wurden 762 Tonnen Methan aus der Sammlung von Abwasser in Senkgruben freigesetzt und damit um 84 % (4.088 Tonnen) weniger als im Jahr 1990 (Umweltbundesamt, 2022a).

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.

Abbildung 102:
Methan- und Lachgas-
Emissionen aus der
kommunalen und
industriellen
Abwasserbehandlung
bzw. -entsorgung,
1990–2020.



⁸⁰ In Senkgruben herrschen anaerobe Bedingungen, welche zur Bildung von Methan führen.

**trendbestimmende
Faktoren für N₂O**

Die **Lachgas**-Emissionen sind um 75 % angestiegen – von 324 Tonnen (1990) auf 567 Tonnen (2020). 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 16,1 % zwischen 1990 und 2020.

**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 i.d.F. BGBl. II Nr. 128/2019) geforderten Einleitbedingungen für Anlagen größer 5.000 EW₆₀⁸¹ 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 81 % im Jahr 2020.

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.

3.6 Sektor Fluorierte Gase

Sektor Fluorierte Gase			
THG-Emissionen 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG- Emissionen	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
2,2*	3,0 %	-4,4 %	+35,1 %

* inkl. NF₃

⁸¹ EW₆₀ bezeichnet eine Schmutzfracht des ungereinigten Abwassers von 60 g BSB₅ (= biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen) pro Einwohnerwert und Tag.

Der Sektor Fluorierte Gase (F-Gase) verursachte im Jahr 2020 Emissionen im Ausmaß von 2,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und damit 3,0 % der nationalen Treibhausgas-Emissionen. Dieser Sektor umfasst die Emissionen von Schwefelhexafluorid (SF₆) sowie der (teil- und voll-)fluorierten Kohlenwasserstoffe (HFKW, FKW) und Stickstofftrifluorid (NF₃).⁸²

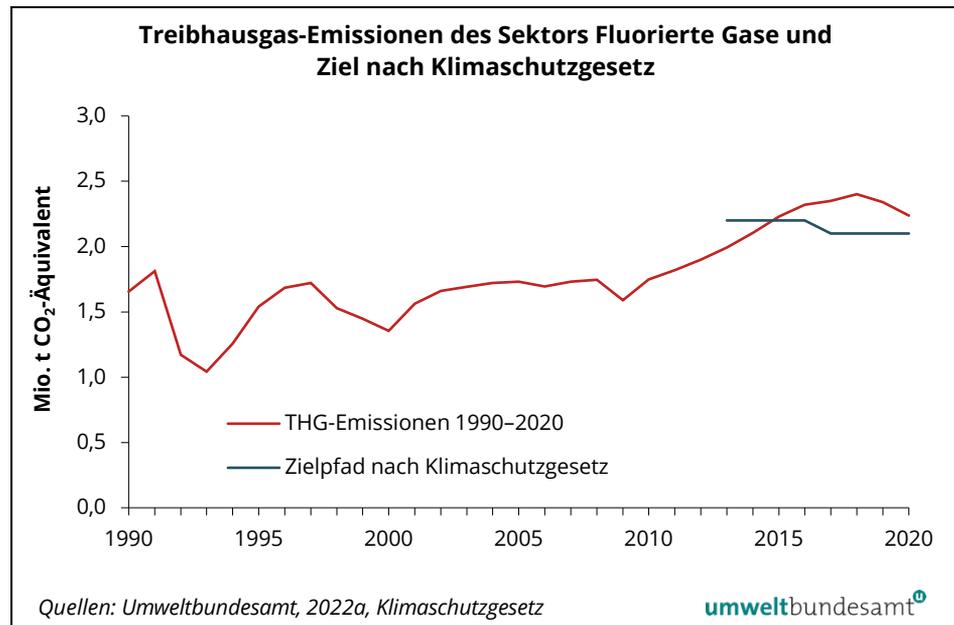
Hauptverursacher

Die Anwendungsbereiche fluoriierter 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 2020 um etwa 0,13 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent über der Höchstmenge nach dem Klimaschutzgesetz. Seit 1990 sind die Emissionen der F-Gase insgesamt um 35,1 % gestiegen, von 2019 auf 2020 kam es zu einer Abnahme von 4,4 % bzw. 0,1 Mio. t CO₂-Äquivalent (siehe Abbildung 103).

Abbildung 103:
Treibhausgas-Emissionen des Sektors Fluorierte Gase, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.



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. In den Jahren ab 1993 kam dafür der Einsatz von F-Gasen als Schäumungsmittel und als Ersatz für ozonerstörende HFCKWs als wesentliche Quelle hinzu. Im Jahr 2003 wurde mit Inkrafttreten der Industriegasverordnung (HFKW-FKW-SF₆-Verordnung; BGBl. II Nr. 447/2002 i.d.g.F) der Einsatz als Schäumungsmittel wieder verboten, ebenso – unter noch weiteren – der Einsatz

⁸² 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.

von SF₆ als Füllgas in Schallschutzfenstern, Schuhen und Reifen. Die daraus resultierenden Emissionsreduktionen gehen allerdings im Anstieg von HFKW im Kälte- und Klimabereich unter bzw. wirken sich durch die lange Lebensdauer der Schallschutzfenster und auch der erzeugten Schaumplatten nur mit zeitlicher Verzögerung aus.

In den Jahren 1993–2001 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. Die zweite Senke der Zeitreihe im Jahr 2000 ist auf technologische Umstellungen in Leichtmetall-Gießereien und einen dadurch bedingten Rückgang an SF₆ zurückzuführen.

Der generelle Anstieg seit 1993 resultiert aus dem starken und kontinuierlichen Anstieg der Verwendung von HFKW anstelle der verbotenen ozonzerstörenden Substanzen (H)FCKWs⁸³ – insbesondere als Kälte- und Kühlmittel. Erst mit dem 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 noch 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. Bis 2030 werden die meisten Fahrzeuge mit R134a-Klimaanlagen ausgeschieden sein 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 emittiert werden, zählen z. B. die Verwendung als Schutzgas im Leichtmetallguss und als Prozessgas in der Halbleiterindustrie, und, wenn auch in geringerem 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

⁸³ (H)FCKWs sind im Montreal-Protokoll geregelt und werden in der Treibhausgas-Inventur nicht berücksichtigt.

in Asthmasprays verfügbar sind, wird diese Spezialanwendung weiterhin bestehen bleiben.

Speicherung in langlebigen Gütern

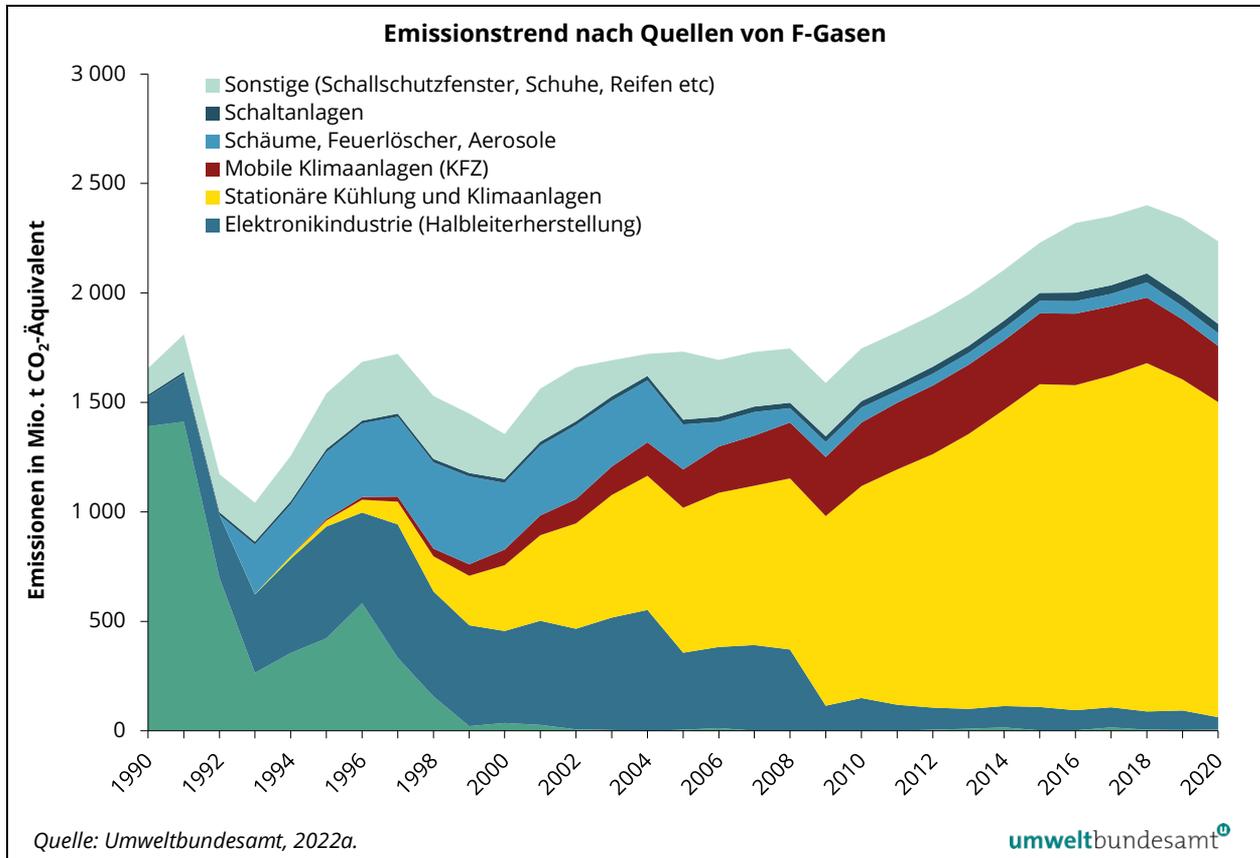
Ein Großteil der Fluorierten Gase wird jedoch in langlebigen Gütern gespeichert bzw. verwendet. Sie treten im Laufe der Zeit entweder über Leckagen aus und/oder werden bei der Entsorgung emittiert. Dies betrifft den Einsatz als Kältemittel- bzw. Kühlmittel und als Treibmittel in Schaumstoffen sowie in anderen Bereichen, in denen die spezifischen Eigenschaften dieser Gase genutzt werden, wie z. B. in 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 weitere 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 Höchstwert 2020 erreicht wurde (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 deren Emissionen noch bis in die 2050er Jahre weitergehen werden. Sofern keine Maßnahmen bezüglich Entsorgung von F-Gas-hältigen Schaumstoffen gesetzt werden, kommen noch relativ große Mengen an Emissionen am Ende der Lebensdauer hinzu.

Abbildung 104: Emissionstrend nach Quellen von F-Gasen, 1990–2020.



**voraussichtliche
Trendentwicklung**

Derzeit (bzw. für Schallschutzfenster ab dem nächsten Jahr) weisen alle Sektoren bis auf die Schaltanlagen einen sinkenden Trend auf. Dieser wird sich in den nächsten Jahren weiter fortsetzen. 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 R410A⁸⁴ geschätzt. Deshalb wurden diese Mengen der Gesamtmenge der auf den österreichischen Markt verbrachten Kältemittel zugerechnet. Für das Jahr 2020, dem ersten Pandemiejahr, wurde gemäß der Schätzung der Importeure nur der halbe Aufschlag gemacht; durch die Pandemie wurde der illegale Import einerseits erschwert, andererseits sank er durch die gesunkene Nachfrage aufgrund des allgemeinen Rückgangs der wirtschaftlichen Tätigkeit.

⁸⁴ je 50 % Difluormethan und Pentafluorethan

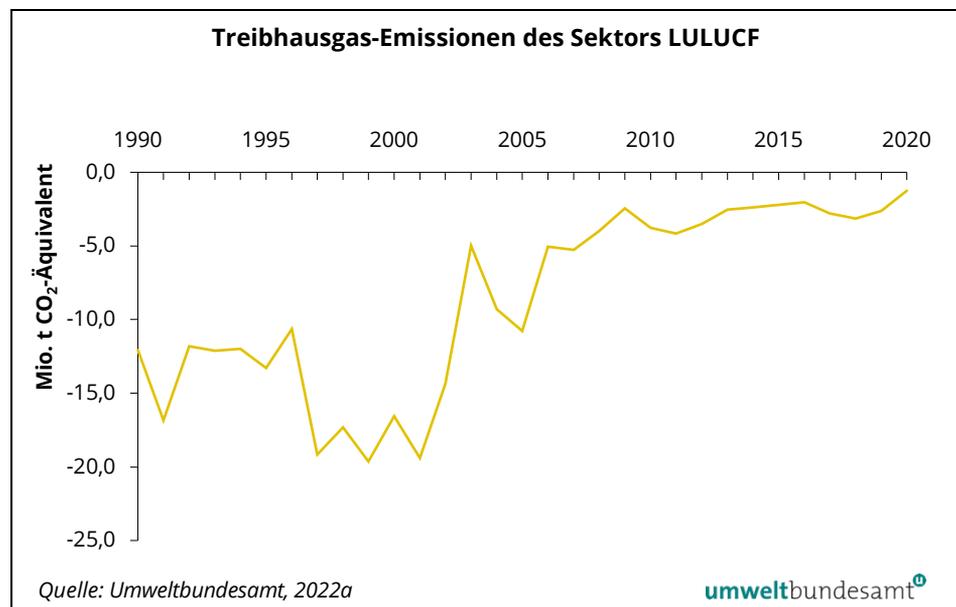
3.7 Sektor LULUCF

Sektor LULUCF			
THG-Emissionen/Senken 2020 (Mio. t CO ₂ -Äquiv.)	Anteil an den nationalen THG-Emissionen exkl. LULUCF	Veränderung zum Vorjahr 2019	Veränderung seit 1990
-1,3	1,7 %	-52,3 %	-89,6 %

Ursachen für jährliche Schwankungen

Der Landnutzungssektor (LULUCF) ist über den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2020 eine Netto-Senke – das bedeutet, dass in den sieben Hauptkategorien⁸⁵ mehr CO₂ aus der Atmosphäre aufgenommen als abgegeben wurde. Seit 1990 betrug die Netto-Senke jährlich zwischen -1,3 Mio. Tonnen und -19,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent und sie 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 105:
Treibhausgas-Senken
aus dem Sektor LULUCF,
1990–2020.



Neben CO₂-Emissionen und -Senken, die durch Änderungen der Kohlenstoffvorräte in Biomasse, Totholz und Boden verursacht werden, finden in

⁸⁵ Wald, Acker, Grünland, Feuchtgebiete, Siedlungsraum, Sonstiges Land und Holzprodukte

Österreich auch CH₄-Emissionen durch Drainagen organischer Böden und Waldbrände sowie N₂O-Emissionen aus Böden und Waldbränden statt.

Für den LULUCF-Sektor gibt es derzeit noch kein nationales Ziel gemäß KSG. Es gibt jedoch durch die aktuelle LULUCF-Verordnung von 2021 bis 2030 ein implizites Ziel für den Sektor 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 bzw. 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. Im Rahmen des Fit-for-55-Programms gibt es neue Vorschläge zu den LULUCF-Zielen für die Periode 2026 bis 2030 und zum LULUCF Monitoring, die derzeit in Verhandlung sind.

**Wald und
Holzprodukte größte
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 Kohlenstoffsенке.

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, 2022a).

Tabelle 22: Hauptursachen der Emissionen und Senken des Sektors LULUCF (in Mio t CO₂-Äquivalent)
(Quelle: Umweltbundesamt, 2022a.)

Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Veränderung 1990–2020	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2020
Wald	-10,9	-2,4	-2,4	-0,3 %	-78 %	3,3 %
Wald bleibt Wald	-7,9	-0,7	-0,7	-0,1 %	-91 %	1,0 %
Landnutzungsänderung zu Wald	-3,0	-1,7	-1,7	-0,4 %	-44 %	2,3 %
Holzprodukte	-3,1	-1,5	-0,2	-88 %	-94 %	0,2 %

Hauptverursacher	1990	2019	2020	Veränderung 2019–2020	Veränderung 1990–2020	Anteil an den nationalen THG-Emissionen 2020
Ackerland	0,3	0,4	0,4	13 %	25 %	0,6 %
Grünland	0,6	0,3	0,3	-0,6 %	-49 %	0,4 %
Feuchtgebiete	0,04	0,1	0,1	-0,8 %	40 %	0,1 %
Siedlungsraum	0,5	0,2	0,3	22 %	-35 %	0,4 %
Sonstiges Land	0,5	0,3	0,3	-6,3 %	-45 %	0,3 %
Gesamt	-12,1	-2,6	-1,3	-52 %	-90 %	1,7 %

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 15 % 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 drainierte organische Böden unter land- und forstwirtschaftlicher Nutzung diesen jeweiligen Landnutzungs-kapiteln zugeordnet sind.

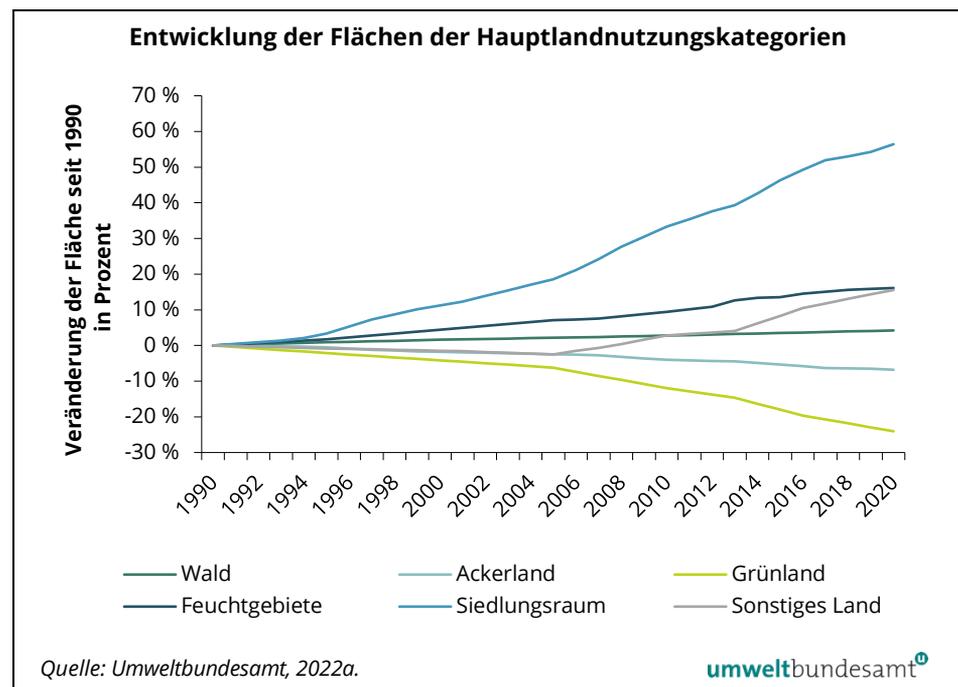
Abbildung 106:
Anteil der Flächen der
Landnutzungskategorien
im Jahr 2020.



Seit den 1990er Jahren haben v. a. der Siedlungsraum, Feuchtgebiete und Wald relativ gesehen stark zugenommen, während es bei Ackerland und Grünland zu

Abnahmen gekommen ist (Abbildung 106). In absoluten Zahlen ist die Zunahme von Siedlungsraum (+2.081 km²) und Wald (+1.643 km²) seit 1990 am stärksten. Hingegen sind die stärksten Flächenabnahmen im Grünland (-4.123 km²) und Ackerland (-1.021 km²) zu verzeichnen, was hauptsächlich auf Landnutzungsänderungen zu Siedlungsraum und Wald zurückzuführen ist. Auch die Feuchtgebiete haben flächenmäßig zugenommen (+214 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 107:
Entwicklung der Flächen
der Hauptlandnutzungs-
kategorien in Österreich
seit 1990.



3.7.2 Wald

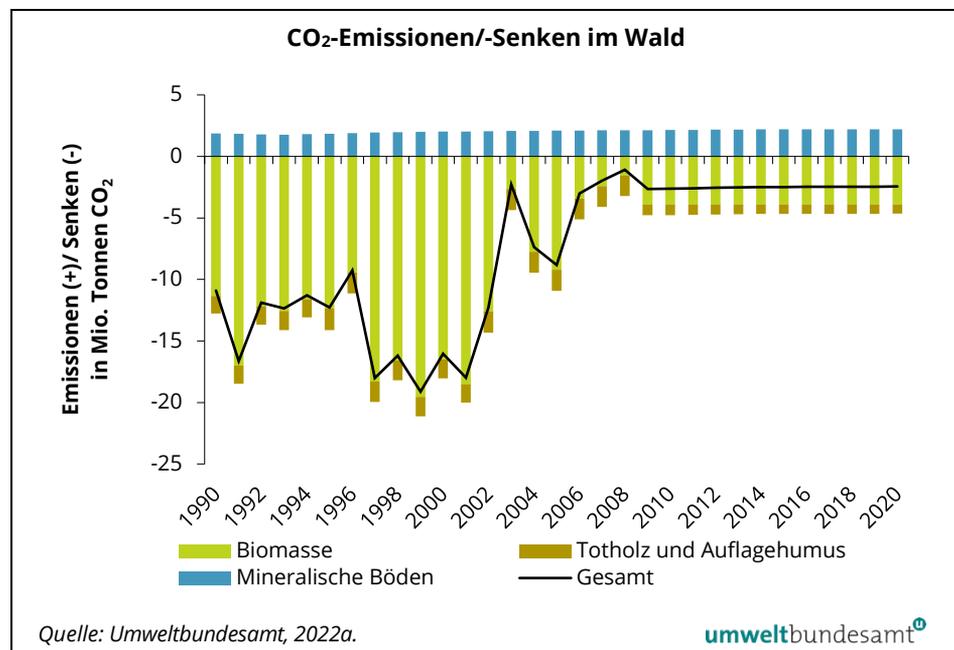
Die Kategorie Wald, wie im Folgenden beschrieben, beinhaltet sowohl den bestehenden Wald (ohne Landnutzungsänderung in den vergangenen 20 Jahren) sowie Landnutzungswechsel zu Wald in den vergangenen 20 Jahren. Wie bereits erwähnt ist der Wald die wichtigste Kohlenstoffsenke in Österreich, wobei die Nettozunahme der Biomasse den Hauptanteil trägt. Abbildung 108 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 annähernd konstant, da die finalen Ergebnisse der aktuellen Österreichischen Waldinventur (ÖWI 2016/21) noch nicht verfügbar sind und bis dahin nur einzelne Zwischenergebnisse aus einer vorläufigen Auswertung für Zuwachs, Nutzung und Totholz verwendet wurden (BFW, 2019). Diese ersten Ergebnisse aus der Zwischenauswertung zeigen, dass die mittlere jährliche Nutzung von 25,9 Mio. Vorratsfestmeter (Vfm) gemäß ÖWI 2007/09 auf 26,2 Mio. Vfm leicht angestiegen ist. Der mittlere jährliche Zuwachs nahm zwischen den beiden Erhebungen leicht von 30,3 Mio. Vfm auf 29,7 Mio. Vfm ab (BFW, 2019). Diese Zwischenergebnisse lassen darauf schließen, dass die Nettosenke des Waldes in den letzten zehn Jahren wahrscheinlich geringer war als in den Jahrzehnten davor.

Aber auch im Kohlenstoffpool Totholz wird jährlich mehr Kohlenstoff auf- als abgebaut, wobei laut den Ergebnissen der Zwischenauswertung der ÖWI (2016/18) auch im Totholz eine Abnahme der Netto-Senke seit der letzten ÖWI-Erhebung verzeichnet wurde. 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 108:
Jährliche CO₂-
Emissionen/-Senken im
Wald je Kohlenstoffpool.



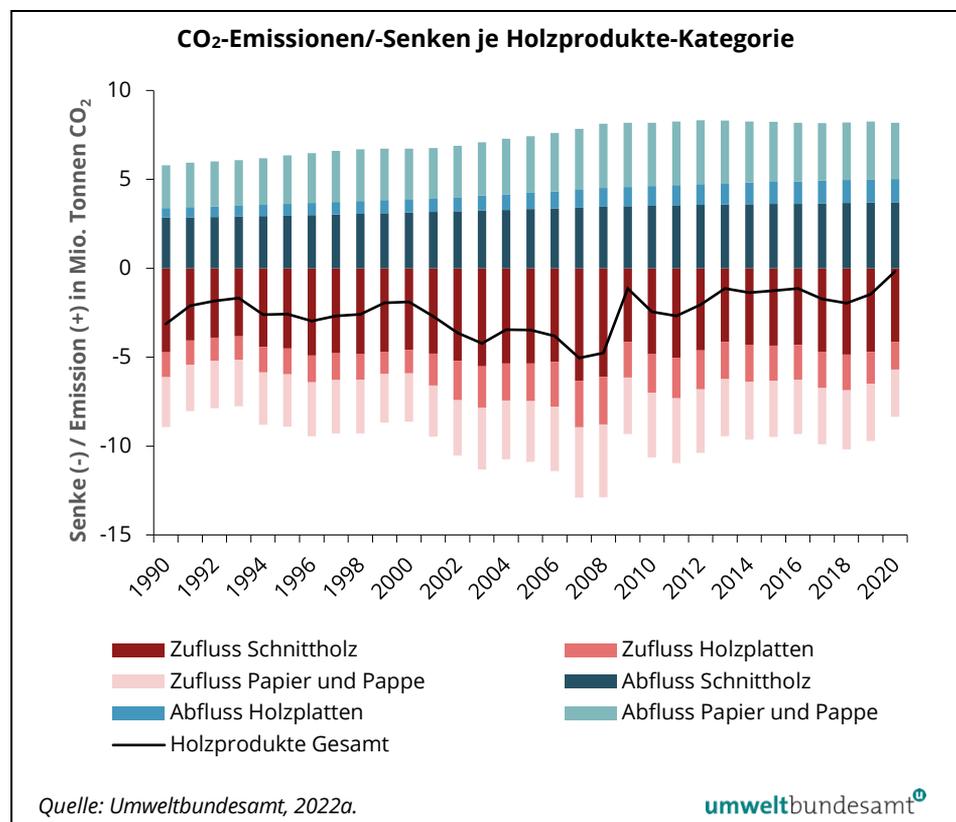
Anmerkung: Die konstante Zeitreihe seit 2009 ist vorläufig, da für die aktuelle THG-Bilanz einzelne Parameter aus den Zwischenergebnissen der aktuellen Österreichischen Waldinventur (ÖWI 2016/21) verwendet wurden, bis die finalen Ergebnisse verfügbar sind.

3.7.3 Holzprodukte

Holzprodukte als Kohlenstoffspeicher

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. Daher wird er am Ende der Nutzungsdauer als Emission bilanziert (Abbildung 109 als Abfluss dargestellt). Die Holzprodukte-Kategorie ist über den gesamten Zeitraum seit 1990 eine Netto-Senke von durchschnittlich -2,4 Mio. Tonnen CO₂, 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 zu einer starken Verringerung der Senke geführt hat. Die niedrigste Senke wurde allerdings im Jahr 2020 verzeichnet (-0,17 Mio. Tonnen CO₂). Gründe dafür sind zum einen eine kurzfristig verringerte Nachfrage nach Schnittholzexporten zu Beginn der Pandemie, hauptsächlich war jedoch eine verringerte Produktion aufgrund von gesunkenen Sägerundholzpreisen verantwortlich, welche durch ein hohes Aufkommen an Schadholz in Zentraleuropa verursacht wurde.

Abbildung 109:
CO₂-Emissionen/-Senken
je Holzprodukte-
Kategorie.



3.7.4 Ackerland, Grünland und Siedlungsraum

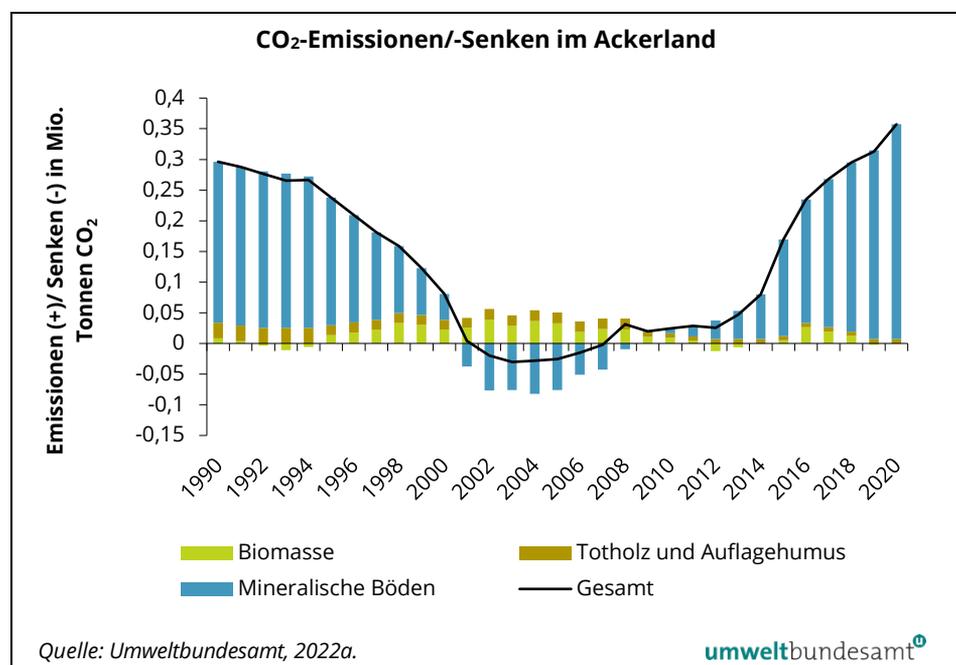
Die Kategorien Ackerland, Grünland und Siedlungsraum spielen von der Größenordnung im gesamten LULUCF-Sektor eine eher geringe Rolle, sie sind jedoch aktuell alle drei Netto-Emissionsquellen und somit sehr wohl relevant für die Erreichung der Klimaziele.

Aufbau von Bodenkohlenstoff

Wie in Abbildung 110 ersichtlich ist, ist die Kategorie Ackerland zwischen den Jahren 2002 und 2007 eine Netto-Senke, was durch den 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. 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 und zu einer Reduktion der Netto-Emissionen (im Boden etwa durch Landnutzungswechsel von Grünland zu Ackerland) bis hin zu leichten Senken geführt haben. Ab dem Jahr 2012 steigen die Netto-Emissionen aus dem Boden stärker an, was einerseits 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 und daher kein weiterer Aufbau angenommen. Damit werden dann andererseits die Emissionen durch Landnutzungswechsel zu Ackerland wiederum stärker für das Bilanzergebnis bestimmend.

Die Kohlenstoffänderungen in Biomasse und Totholz bzw. Auflagehumus stammen hauptsächlich aus Landnutzungsänderungen, bei denen der ursprüngliche Kohlenstoff durch die Landnutzungsänderung zu Ackerland verloren geht.

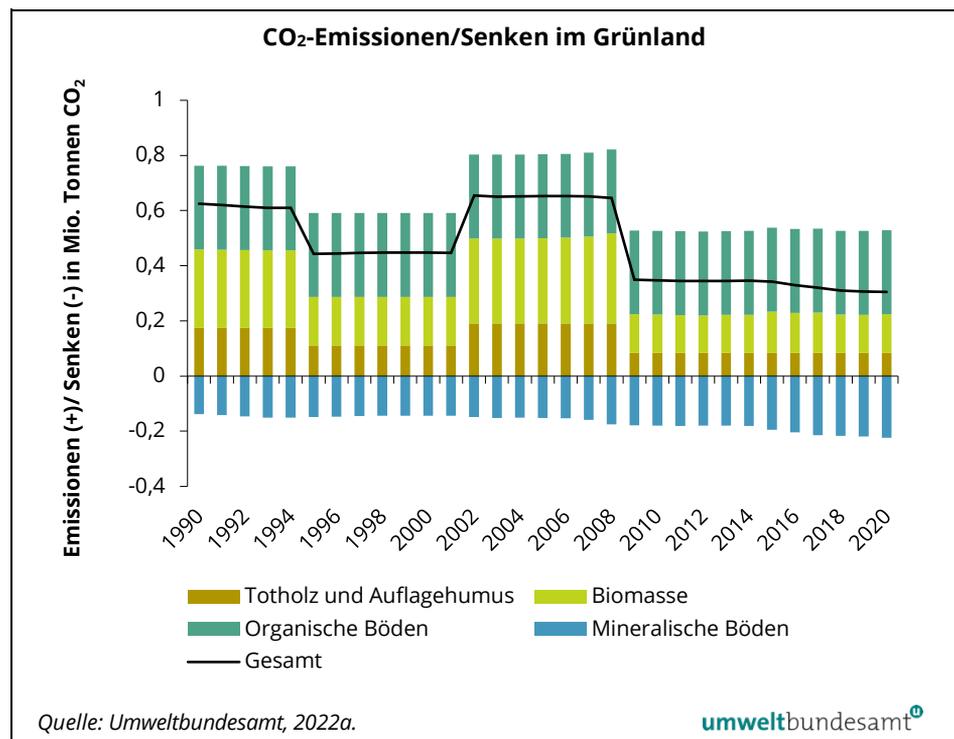
Abbildung 110:
Jährliche CO₂-
Emissionen/-Senken im
Ackerland je
Kohlenstoffpool.



**Emissionsquelle
drainagierte Böden**

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.

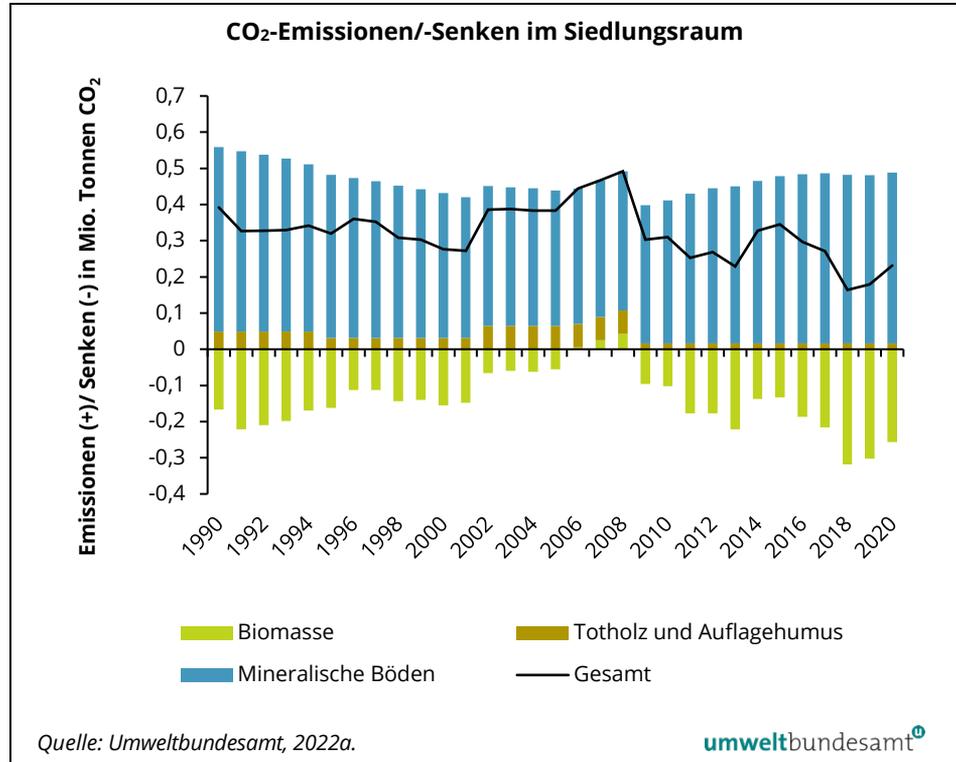
Abbildung 111:
Jährliche CO₂-
Emissionen/Senken im
Grünland je
Kohlenstoffpool.



**Siedlungsraum als
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 Kohlenstoffsenke, welche bei einer Landnutzungsänderung von landwirtschaftlichen Nutzungen zu Siedlungsraum durch die Vegetation (v. a. Bäume) im Siedlungsraum aufgebaut wird.

Abbildung 112:
CO₂-Emissionen/-Senken
im Siedlungsraum
je Kohlenstoffpool.



4 LITERATURVERZEICHNIS

- ABEL, G.J., M. BROTTTRAGER, M., J.C. CUARESMA und R. MATTARAK, 2019. Climate, conflict and forced migration. Elsevier, Global Environmental Change, Volume 54. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378018301596>
- APCC – Austrian Panel on Climate Change, 2014. Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. Wien. http://hw.oeaw.ac.at/APCC_AAR2014.pdf
- AUER, I., R. BÖHM, A. JURKOVIC, W. LIPA, A. ORLIK, R. POTZMANN, W. SCHÖNER, M. UNGERSBÖCK, C. MATULLA, K. BRIFFA, P.D. JONES, D. EFTHYMIADIS, M. BRUNETTI, T. NANNI, M. MAUGERI, L. MERCALLI, O. MESTRE, J.M. MOISSELIN, M. BEGERT, G. MÜLLER-WESTERMEIER, V. KVETON, O. BOCHNICEK, P. STASTNY, M. LAPIN, S. SZALAI, T. SZENTIMREY, T. CEGNAR, M. DOLINAR, M. GAJIC-CAPKA, K. ZANINOVIC, Z. MAJSTOROVIC und E. NIEPLOVA, 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 (2011): Waldinventur 2007/09, Report Nr.: 24–2011. http://www.bfw.ac.at/webshop/index.php?id_product=155&controller=product
- 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
- BMF – Bundesministerium für Finanzen, 2022. Ökosoziale Steuerreform im Bundesrat beschlossen. <https://www.bmf.gv.at/presse/pressemeldungen/2022/februar/steuerreform-beschlossen.html>, Zugriff am: 31.05.2022.
- 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, 2020. SCHNEIDER, H.W., G. PÖCHHACKER-TRÖSCHER, D. DEMIROL, P. LUPTÁČIK und K. WAGNER. 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, 2021a. Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2021. Wien 2021.
<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/biomasse/alternative-kraftstoffe/biokraftstoffbericht.html>
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2021b. Maßnahmen im Gebäudesektor 2009 bis 2020. 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, Dezember 2021.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/wohnbau.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022a. Elektromobilität in Österreich. Zahlen, Daten & Fakten. Februar 2022.
https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/alternative_verkehrskonzepte/elektromobilitaet/zahlen/oesterreich.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022b. Schodl, B. Statusbericht zu den CO₂-Emissionen neu zugelassener Pkw in Österreich im Jahr 2020. Wien 2022.
https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/co2_monitoring/pkw.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022c. Schodl, B. Statusbericht zu den CO₂-Emissionen neu zugelassener leichter Nutzfahrzeuge in Österreich im Jahr 2020. Im Auftrag des BMK, Wien 2022.
https://www.bmk.gv.at/themen/mobilitaet/co2_monitoring/Inf.html
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022d. Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2022. Wien.
https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/aws/bundes_awp.html
- 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., T. VALKOVA, J. HASLINGER, E. SARACEVIC, A. WINKELBAUER, J. TAUBER, K. SVARDAL, P. HOHENBLUM, M. CLARA, G. WINDHOFER, G.; K. PAZDERNIK und C. LAMPERT. 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 Nachhaltigkeit und Tourismus, 2021. Grüner Bericht 2021. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien.
<https://gruenerbericht.at>
- BMLRT – Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 2022. Kommunales Abwasser. Österreichischer Bericht 2022. Wien.
<https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-eu-international/europaeische-und-internationale-wasserwirtschaft/berichte/lagebericht2022.html>
- 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.
- BMWWF – Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, 2014. NEEAP 2014. Erster Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2014 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU.
- BMWWF – 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
- BD – Budgetdienst, 2022. Ökosoziale Steuerreform 2022. Analyse des Budgetdienstes. Parlamentsdirektion der Republik Österreich, Wien.
https://www.parlament.gv.at/ZUSD/BUDGET/2022/BD_-_Oekosoziale_Steuerreform_2022.pdf

- BRAND, U., H. FORMAYER, C. GULAS, H. KATZMAIR, A. PAWLOFF, E. MAYER, M. SCHLATZER, S. WEISSENGRUBER und M. WISSEN, 2014. ACRP3 – CONTRA – “Contrarians” their role in the debate on climate change (global warming) and their influence on the Austrian policy making process. Klima- und Energiefonds, Wien.
- 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., G. HEINRICH, M. HOFSTÄTTER, M. KERSCHBAUMER, S. KIENBERGER, A. LEUPRECHT, A. LEXER, S. PEßENTEINER, M.S. POETSCH, M. SALZMANN, R. SPIEKERMANN, M. SWITANEK UND H. TRUHETZ, 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., D. GUIZZARDI, E. SOLAZZO, M. MUNTEAN, E. SCHAAF, F. MONFORTI-FERRARIO, M. BANJA, J.G.J. OLIVIER, G. GRASSI, S. ROSSI, E. VIGNATI, E., 2021. Fossil CO₂ emissions of all world countries – 2021 Report, EUR 30831 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-41547-3, doi:10.2760/173513, JRC126363
- E-CONTROL, 2021. Betriebsstatistik 2020. Juni 2021.
<https://www.e-control.at/statistik/e-statistik/archiv/betriebsstatistik/2020>
- E-CONTROL, 2022. Betriebsstatistik 2021. Jänner 2022.
<https://www.e-control.at/statistik/e-statistik/archiv/betriebsstatistik/2021>
- EDENHOFER, O., C. FLACHSLAND, M. KALKHUL, B. KNOPF und M. PAHLE, 2019. Optionen für eine CO₂-Preisreform – MCC-PIK-Expertise für den Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung. Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC) gemeinnützige GmbH, Berlin.
- 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, 2021a. Trends and projections in Europe 2021. Tracking progress towards Europe’s climate and energy targets. 28.10.2021.
<https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2021>
- EEA – European Environment Agency, 2021b. ESD dataset 2021 for the time period 2005–2020. 31.08.2021.
<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/esd-3>

- EEA – European Environment Agency, 2022. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2020 and inventory report 2022. 27 May 2022. EEA Report No 2022/023.
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/10116.php
<https://www.eea.europa.eu/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-1>
- 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. 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, 2020. 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.
- EK – Europäische Kommission, 2022. Strukturelle Reform des EU-Emissionshandels-systems
https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/market-stability-reserve_de#market-stability-reserve

- EUROCONTROL, 2021. Forecast Update 2021–2027; 07.04.2022.
<https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-forecast-update-2021-2027>
- 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, 2021. Greenhouse gas emissions by source sector (source: EEA) [ENV_AIR_GGE]. 17.08.2021.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics, 2022a. 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 15.03.2022.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics, 2022b. Population on 1 January by age and sex [DEMO_PJAN]. 24.03.202.
- EUROSTAT – Eurostat Statistics, 2022c. GDP and main components (output, expenditure and income) [nama_10_gdp]. 01.06.2022.
- FAO, 2011. The State of Food and Agriculture 2010–2011. In: Umweltbundesamt, 2013.
- FGW – Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen, 2021. Gas und Fernwärme in Österreich – Zahlenspiegel 2021.
https://www.gaswaerme.at/media/medialibrary/2021/09/zasp21_hi.pdf
- FH TECHNIKUM WIEN; ENFOS E.U.; BEST – BIOENERGY AND SUSTAINABLE TECHNOLOGIES; TECHNOLOGIE PLATTFORM PHOTOVOLTAIK; AEE INTEC & IG WINDKRAFT (2021): Biermayr, P.; C. Dißbauer, M. Eberl, M. Enigl, H. Fechner, B. Fürnsinn, M. Jaksch-Fliegenschnee, K. Leonhartsberger, S. Moidl, E. Prem, C. Schmidl, C. Strasser, W. Weiss, M. Wittmann, P. Wonisch und E. Wopienka. Innovative Energietechnologien in Österreich. Marktentwicklung 2020. Biomasse, Photovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen. Wien.
- FISCHER, A., D. BRUNNER, U. SCHUMANN, R. SAUSEN und J. STAEHELIN, 2009. Flugverkehr und Klimaschutz. Ein Überblick über die Erfassung und Regulierung der Klimawirkungen des Flugverkehrs (Aviation and Climate Protection). GAIA 18/1: 32–40.
- FRIEDRICH, M., S. FRIES, M. PAHLE und O. EDENHOFER, 2020. Understanding the Explosive Trend in EU EUTS Prices: Fundamentals or Speculation? Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.10572>.
- GLOBAL CARBON PROJECT, 2021. Global Carbon Budget 2021. An annual update of the global carbon budget and trends. 4.11.2021.
<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>
- GOEREE, J. K., C.A. HOLT, K.L. PALMER, W. SHOBE und D. BURTRAW, 2010. An experimental study of auctions versus grandfathering to assign pollution

- permits. *Journal of the European Economic Association*, 8: 514-525.
<https://doi.org/10.1111/j.1542-4774.2010.tb00522.x>
- HEINISCH, R. und K. HAUSER, 2015. Österreich und die Zukunft der Demokratie. In Öhlinger, T. und K. Poier (Hrsg.): *Direkte Demokratie und Parlamentarismus: Wie kommen wir zu den besten Entscheidungen? Studien zu Politik und Verwaltung*, Band 84: 13-42. Böhlau Verlag, Wien.
- HIETLER, P. und C. 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.
- HÖRTENHUBER S., M. SEIRINGER-GAUBINGER, W. KNAUS, V. GRÖßBACHER und W. ZOLLITSCH, 2022. Nachhaltige Nutztierhaltung: mehr als nur Treibhausgase. 8. Umweltökologisches Symposium 2022, 69 – 78. ISBN: 978-3-902849-90-8.
- ICF – ICF International, 2016. *Decomposition analysis of the changes in GHG emissions in the EU and Member States*. London 2016.
- IDMC – Internal Displacement Monitoring Centre (2022): *Global Report on Internal Displacement 2022*. Switzerland.
- IEA – International Energy Agency, 2016. *World Energy Outlook*. Paris 2016.
- IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen und UMWELTBUNDESAMT, 2020. *Definition und Messung der thermisch-energetischen Sanierungsrate in Österreich*. Wien.
http://iibw.at/documents/2020%20IIBW_UBA%20Sanierungsrate.pdf
- IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen und UMWELTBUNDESAMT, 2021. *Monitoring-System zu Sanierungsmaßnahmen in Österreich*. Wien.
http://iibw.at/documents/2021%20IIBW_Umweltbundesamt.%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., D.H. Lister, D.J. Griggs, D.J. Dokken und M. McFarland (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., L. Buenida, K. Miwa, T. Ngara und K. Tanabe (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, 2019. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the Task Force on National Greenhouse Gas Inventories (TFI) in accordance with the decision taken at the 44th Session of IPCC in Bangkok, Thailand, in October 2016. Published: May 2019. [Publications - IPCC-TFI \(iges.or.jp\)](https://www.iges.or.jp/public/2019/), 2019.

- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021. Climate Change 2021 – the Physical Science Basis. 6. Sachstandsbericht. Geneva, Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022a. Climate Change 2022 – Mitigation of Climate Change. 6. Sachstandsbericht. Geneva, Switzerland.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022b. Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. 6. Sachstandsbericht. Geneva, Switzerland.
- KIRCHNER, M., W. PÖLZ, H. MAYRHOFER, M. HICKERSBERGER und F. SINABELL, 2021. Resilienz: Corona-Krise und land- und forstwirtschaftliche Wertschöpfungsketten – Lessons Learnt. Teilprojekt: Regionale versus internationale Bereitstellung von Agrargütern: eine Fallstudie zur Klimabilanz. Endbericht i.A. des BMLRT. <https://dafne.at/projekte/resilienz>, Zugriff am 26.4.2022.
- LKNÖ – Landwirtschaftskammer Niederösterreich, 2021. Biomasse – Heizungserhebung 2020. St. Pölten.
- MORICE, C.P., J.J. KENNEDY, N.A. RAYNER und P.D. JONES, 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/>
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration, 2022. Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division: Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory. 7.04.2022. <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>
- ÖBV – Österreichischer Biomasse-Verband, 2021. Bioenergie Basisdaten Österreich 2021. Preisentwicklung Energieträger für Haushalte 1998 bis 2021. Basis: LK Österreich.
- 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, 2022). Patents in environment-related technologies: Technology indicators. OECD Environment Statistics Database, Indikator Technology Development. <https://doi.org/10.1787/e478bcd5-en>
- 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.
- proPellets Austria – Netzwerk zur Förderung der Verbreitung von Pelletsheizungen, 2022. Pelletpreisindex PPI 06 als Tabelle. Preise für lose Pellets ISO 17225-2 A1 oder ENplus A1 bei einer Bestellmenge von 6t. Stand 03/2022.

- RASCHKA, A. und M. CARUS, 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, 2021. Energie-Marktinfo 04/2021. Kamin-, Kachelöfen und andere Einzelfeuerungen. Neuerrichtung in Österreich 2015–2020.
- RTR – Rundfunk und Telekom Regulierungs-GmbH, 2021. RTR Post Monitor. Jahresbericht 2020. Wien 2021.
- SCHULMEISTER, S., 2018. Der Weg Zur Prosperität. ISBN: 9783711001481. Ecowin Verlag, Salzburg.
- STAGL, S., H. GRASSL, M. KIRCHNER, H. KROMP-KOLB und K. STEININGER, 2020. Stellungnahme von Expertinnen und Experten des CCCA zum Factsheet: „Kostenwahrheit CO₂“ des BMK.
<https://ccca.ac.at/news/stellungnahme-zum-factsheet-kostenwahrheit-co2-des-bmk>
- STATISTIK AUSTRIA, 2004. Gebäude- und Wohnungszählung 2001. Hauptergebnisse Österreich. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2006–2021a. Versorgungsbilanz für Fleisch nach Arten für die Jahre 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 und 2020.
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/landwirtschaftliche-bilanzen/versorgungsbilanzen>
- STATISTIK AUSTRIA, 2006–2021. Versorgungsbilanz für Milchprodukte für die Jahre 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 und 2020.
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/landwirtschaftliche-bilanzen/versorgungsbilanzen>
- STATISTIK AUSTRIA, 2013. Census 2011 – Gebäude- und Wohnungszählung. 12/2013. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2019. Sonderauswertung des Mikrozensus 2004–2018 (MZ 2004–2018). Statistik Austria im Auftrag des BMNT. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2020. Energiebilanzen 1970–2019. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021a. Energiebilanzen 1970–2020. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021b. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Hauptergebnisse. 28.09.2021, Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021c. Nutzenergieanalyse 1993–2020. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021d. Bestand an Wohnungen und Gebäuden zum 31.12.2020 nach Gebäudeeigenschaften und Bundesländern. Paket Gebäude- und Wohnungsregister – Bundesland. Erstellt am 16.08.2021.

- STATISTIK AUSTRIA, 2021e. Mikrozensus; Hauptwohnsitzwohnungen (HWS) ab 2004. Erstellt am 17.03.2021.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021f. Statistik des Bevölkerungsstandes. Erstellt am 27.05.2021.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021g. Sonderauswertung des Mikrozensus 2020 (MZ 2020). Statistik Austria im Auftrag des Umweltbundesamt. Wien, 2021.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021h. Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte 2019/20. Schnellbericht 1.27. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021i. Versorgungsbilanzen für tierische Produkte 2020. Schnellbericht 1.26. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021j. Allgemeine Viehzählung am 1. Dezember 2020. Erscheinungsdatum 2/2021. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2021k. Versorgungsbilanz für Getreide 2019/2020:
<https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/landwirtschaftliche-bilanzen/versorgungsbilanzen>
- STATISTIK AUSTRIA, 2022a. Kfz-Neuzulassungen 2021. Wien
- STATISTIK AUSTRIA, 2022b. Kfz-Bestand 2021. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA, 2022c. Absolutwerte der Heizgradsummen auf aktuellem Stand und Abweichungen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt. Kostenpflichtiger Abonnementdienst der Statistik Austria.
- STATISTIK AUSTRIA, 2022d. Bundesmesszahlen VPI 86 (Verbraucherpreisindex 1986). Ab Jänner 1997 mit dem VPI 1996, ab 2001 mit dem VPI 2000, ab Jänner 2006 mit dem VPI 2005, ab Jänner 2011 mit dem VPI 2010 und ab Jänner 2016 mit dem VPI 2015 verkettet weitergeführt. Statistik Austria, erstellt am 17.03.2022.
- STATISTIK AUSTRIA, 2022e. Umweltorientierte Produktion und Dienstleistung.
<https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/umwelt/umweltorientierte-produktion-und-dienstleistung>
- STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL B.; ROSALES, M. und DE HAAN, C. 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., B. BEDNAR-FRIEDL, N. KNITTEL, G. KIRCHENGAST, S. NABERNEGG, K. WILLIGES, R. MESTEL, H.-P. HUTTER und L. KENNER, 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., J. MAYER, G. BACHNER, S. DUELLI, E. FREI, W. GROSSMANN, R. MAIER, S. NABERNEGG, K. WILLIGES, W. STREICHER, F. OCHS, M. MAGNI, A. TOSATTO, E. VENTURI, A. PASSER, H. KREINER, M. SCHERZ, B. TRUGER, J. VOGEL und I. OFFENTHALER, 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. ISBN: 978-3-9504717-8-6.
<https://wegcloud.uni-graz.at/s/yLBxEP9KgFe3ZwX>
- STEININGER, K.W., P. MUNOZ, J. KARSTENSEN, G.P. PETERS, R. STROHMAIER und E. VELÁZQUEZ, 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.
- UMWELTBUNDESAMT, 2004. Rolland, C. und J. Oliva. *Erfassung von Deponiegas – Statusbericht von österreichischen Deponien*. Berichte, Bd. BE-0238. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2008a. Schachermayer, E. und C. Lampert. *Deponiegaserfassung auf österreichischen Deponien*. Reports, Bd. REP-0100. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2008b. Neubauer, C. und B. Walter. *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., M. Anderl, W. Bednar, M. Gössl, S. Haider, C. Heller, C. Lampert, L. Moosmann, K. Pazdernik, S. Poupa, M. Purzner, W. Schieder, J. Schneider, B. Schodl, K. Seuss, G. Stranner, A. Storch, P. Weiss, H. Wiesenberger, R. Winter, G. Zethner und KPC GmbH. *Klimaschutzbericht 2015*. Reports, Bd. REP-0555. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT, 2017. Krutzler, T., A. Zechmeister, G. Stranner, H. Wiesenberger, T. Gallauner, M. Gössl, C. Heller, H. Heinfellner, N. Ibesich, G. Lichtblau, W. Schieder, J. Schneider, I. Schindler, A. Storch und R. Winter. Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050, Synthesebericht. 2017 Report, Bd. REP-0628. Umweltbundesamt, Wien 2017.
- UMWELTBUNDESAMT, 2019a. Lampert, C. und P. Thaler. Deponiegaserfassung 2013–2017. Reports, Bd. REP-0679. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2019b. Zechmeister, A., M. Anderl, M. Gössl, S. Haider, E. Kampel, T. Krutzler, C. Lampert, L. Moosmann, K. Pazdernik, M. Purzner; S. Poupa, W. Schieder, C. Schmid, G. Stranner, A. Storch, H. Wiesenberger, P. Weiss, M. Wieser und G. Zethner. GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0610. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2019c. CO₂-Bepreisung in Deutschland: Ein Überblick über die Handlungsoptionen und ihre Vor- und Nachteile. Dessau-Roßlau.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-bepreisung-in-deutschland>
- UMWELTBUNDESAMT, 2021a. Zechmeister, A., M. Anderl, M. Gössl, S. Haider, H. Heinfellner, T. Krutzler, C. Lampert, K. Pazdernik, D. Perl, M. Purzner; S. Poupa, W. Schieder, C. Schmid, G. Stranner, B. Schodl, A. Storch, H. Wiesenberger, P. Weiss und M. Wieser. GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0766. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022a. Anderl, M., A. Friedrich, M. Gangl, M. Kriech, V. Kuschel, C. Lampert, N. Mandl, B. Matthews, S. Mayer, E. Moldaschl, K. Pazdernik, S. Poupa, M. Purzner, A.K. Rockenschaub, W. Schieder, C. Schmid, G. Schmidt, B. Schodl, E. Schwaiger, B. Schwarzl, G. Stranner, P. Weiss, M. Wieser und A. Zechmeister. Austria's National Inventory Report 2022 – Submission under the United Nations Framework Convention of Climate Change and the Kyoto Protocol. Reports, Bd. REP-0811. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022b. Emissionshandelsregister. Stand der Einhaltung für die Jahre 2005–2021 im österreichischen Teil des Unionsregisters. 30.04.2022.
- UMWELTBUNDESAMT, 2022c. Anderl, M., M. Gangl, S. Lambert, C. Lampert, K. Pazdernik, S. Poupa, W. Schieder, B. Schodl, M. Titz, M. Wieser und A. Zechmeister. Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990–2020. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2022). Umweltbundesamt, Wien. Veröffentlichung: Oktober 2022.
- UNEP – United Nations Environment Programme, 2021. The Emissions Gap Report 2021. Oktober 2021.
<https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2021>

- WELTBANK, 2021. Groundswell Part 2: Acting on Internal Climate Migration. World Bank, Washington.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/36248>
- WIFO – Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2016. Kletzan-Slamaning, D. und A. Köppl. 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, 2021. Köppl, A. und M. Schratzenstaller. Effects of Environmental and Carbon Taxation. WIFO Working Papers No. 619. Wien.
https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=66813&mime_type=application/pdf
- WIFO – Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2022. Streicher, G. und C. Kettner-Marx. Steuerreform 2022/2024 – Sektorale Effekte. WIFO Monatsberichte 1/2022. Wien.
https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=69339&mime_type=application%2fpdf&msclid=f981b01c7c811eca7125c234acf8380
- WKÖ – Wirtschaftskammer Österreich, 2022. Gewaltiges Potenzial der Klimatransformation – Analyse des Umweltbundesamts für die österreichische Finanzwirtschaft.
<https://news.wko.at/news/oesterreich/gewaltiges-potenzial-der-klimatransformation-analyse-de.html>
- WMO – World Meteorological Organization, 2022. 2021 one of the seven warmest years on record, WMO consolidated data shows. Geneva, Switzerland.
<https://public.wmo.int/en/media/press-release/2021-one-of-seven-warmest-years-record-wmo-consolidated-data-shows>
- WMO – World Meteorological Organization, 2022. State of the Global Climate 2021. Geneva, Switzerland. <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2022a. Informationsportal Klimawandel. Lufttemperatur. Wien. 7.04.2022.
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/lufttemperatur>
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2022b. Österreichisches Klimabulletin. Jahr 2020. Wien. Februar 2022
https://www.zamg.ac.at/cms/de/dokumente/klima/dok_news/2022/oesterreichisches-klimabulletin-2021

Rechtsnormen und Leitlinien

- 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.F. BGBl. I Nr. 200/2021): Bundesgesetz über eine nachhaltigere Abfallwirtschaft.
- Abwasseremissionsverordnung – AEV für kommunales Abwasser (BGBl. 210/1996 i.d.F. BGBl. II Nr. 128/2019): 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>

- 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-Umwelt-haftungsgesetz, 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 Parlamentes und des Rates sowie der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006. ABl. Nr. L 140.
- Deponieverordnung 1996 (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.F. BGBl. II Nr. 144/2021): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien.
- 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 Parlamentes 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 Parlamentes und des Rates. ABl. Nr. L 426/58.
- Emissionshandelsrichtlinie (EH-RL; RL 2003/87/EG): Richtlinie des Europäischen Parlamentes 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 Parlamentes 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 Parlamentes 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.
- 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.
- 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.
- Energieeinsparverordnung (BGBl. I S. 1519): Verordnung vom 24. Juli 2007, die durch die Verordnung vom 29. April 2009 (BGBl. 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.
- Erneuerbare-Energien-Richtlinie II (RL 2018/2001/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.
- 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; BGBl. 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; BGBl. 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.
- Nationales Emissionszertifikatehandelsgesetz 2022 (NEHG 2022; BGBl. I Nr. 10/2022): Bundesgesetz über einen nationalen Zertifikatehandel für Treibhausgasemissionen.
- Normverbrauchsabgabengesetz (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 (EIWOG) 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 B 8110-5: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile.

- ÖNORM EN ISO/IEC 17020: Konformitätsbewertung – Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen (ISO/IEC/DIS 17020:2011).
- 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 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 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 1996 (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.F. BGBl. II Nr. 597/2021): 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 Immissionschutzgesetz-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.F. BGBl. II Nr. 456/1994: 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 Nr. 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 2017/2392/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 markt-basierten Mechanismus ab 2021.

VO 2018/842/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 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.

5 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Kohlenstoffdioxid-Konzentration und Veränderungen des Kohlenstoffbudgets in der Atmosphäre.....	22
Abbildung 2:	Änderung der globalen Durchschnittstemperatur gegenüber der Periode 1850–1900.	23
Abbildung 3:	Szenarien der CO ₂ -Emissionen und Änderungen der globalen Durchschnittstemperatur im Vergleich 1850–1900.....	25
Abbildung 4:	Jährliche Abweichung zur mittleren Temperatur der Jahre 1961–1990 für Österreich und global.....	29
Abbildung 5:	Simulierte Änderung der Mitteltemperatur [°C] gegenüber dem Bezugszeitraum (1971–2000).....	30
Abbildung 6:	Nationale Emissionsobergrenzen 2020 entsprechend der Effort-Sharing-Entscheidung, relativ zu den Emissionen von 2005.	40
Abbildung 7:	Zertifikat-Zuteilung an österreichische Anlagen 2013–2021.....	45
Abbildung 8:	Nationale Emissionsobergrenzen 2030 entsprechend der Effort-Sharing-Verordnung, relativ zu den Emissionen von 2005.	48
Abbildung 9:	Zuteilung für österreichische Emissionshandelsanlagen 2021–2025.....	52
Abbildung 10:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen, des Szenarios WEM und Ziele (ohne EH) bis 2030.....	60
Abbildung 11:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen und -Szenarien bis 2050.	64
Abbildung 12:	Relativer Anteil österreichischer Patentanmeldungen in Umwelt- und Klimaschutztechnologien in Österreich im weltweiten Vergleich, seit 1990.....	67
Abbildung 13:	Anteil der Beschäftigung im Sektor umweltorientierte Produktion und Dienstleistungen seit 2008, Österreich und EU.....	72
Abbildung 14:	Verlauf der österreichischen Treibhausgas-Emissionen 1990–2020 und Zielpfad 2013–2020.....	76
Abbildung 15:	Verlauf der österreichischen Treibhausgas-Emissionen (ohne EH) 2005–2020 und Zielpfad 2013–2020.	78
Abbildung 16:	Anteil der Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2020 (inklusive Emissionshandel) und Änderung der Emissionen zwischen 1990 und 2020.....	79

Abbildung 17:	Anteil der Sektoren an den Treibhausgas-Emissionen 2020 (ohne Emissionshandel) und Änderung der Emissionen zwischen 2005 und 2020.....	80
Abbildung 18:	Abweichungen der Höchstmengen 2013–2020 gesamt gemäß ESD.....	81
Abbildung 19:	Abweichungen von den sektoralen Höchstmengen 2013–2020 gemäß Klimaschutzgesetz.	82
Abbildung 20:	Anteile der einzelnen Treibhausgase an den nationalen Treibhausgas-Gesamtemissionen im Jahr 2020.	84
Abbildung 21:	Treibhausgase nach Schadstoffen 1990–2020.....	85
Abbildung 22:	Entwicklung der nationalen Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zum Bruttoinlandsenergieverbrauch, zu fossilen Energieträgern und dem BIP, 1990–2020.	86
Abbildung 23:	Komponentenzerlegung der nationalen CO ₂ -Emissionen für Energie.....	87
Abbildung 24:	Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2020 auf Bundesländerebene.	89
Abbildung 25:	Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energie und Industrie pro Kopf auf Bundesländerebene.	90
Abbildung 26:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Energie und Industrie auf Bundesländerebene, bezogen auf das Bruttoregionalprodukt.	91
Abbildung 27:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Verkehr pro Kopf auf Bundesländerebene (inkl. Kraftstoff-export).	92
Abbildung 28:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Gebäude pro Kopf auf Bundesländerebene.	93
Abbildung 29:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Landwirtschaft pro Kopf auf Bundesländerebene.	94
Abbildung 30:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors Abfallwirtschaft pro Kopf auf Bundesländerebene.	95
Abbildung 31:	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen des Sektors F-Gase pro Kopf auf Bundesländerebene.	96
Abbildung 32:	Vergleich der Treibhausgas-Emissionen 1990 bzw. 2000 und 2020 pro Kopf und pro Kaufkraftstandard zwischen den EU-27-Staaten.	98
Abbildung 33:	Vergleich der Emissionen gemäß ESD für das Jahr 2020 mit den ESD-Zielen für 2020.....	99

Abbildung 34:	Internationaler Vergleich der Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und pro Kaufkraftstandard zwischen ausgewählten Staaten und Jahren.	100
Abbildung 35:	Kumulierte CO ₂ -Emissionen 1970–2020 im globalen Vergleich.....	101
Abbildung 36:	Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Energie und Industrie, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.	103
Abbildung 37:	Treibhausgas- Emissionen sowie öffentliche Strom- und Fernwärmeproduktion, 1990–2020.	106
Abbildung 38:	Anteil der Verbrauchergruppen am gesamten Stromverbrauch im Jahr 2020.....	108
Abbildung 39:	Öffentliche Stromproduktion in fossilen kalorischen Kraftwerken, Wasserkraft-, Windkraft-, Photovoltaik- und Geothermieanlagen sowie aus Biomasse, 1990–2020.....	110
Abbildung 40:	Wärmeproduktion und Kraft-Wärme-Kopplung in öffentlichen Kraftwerken, 1990–2020.	111
Abbildung 41:	Energieträger in der öffentlichen Fernwärmeproduktion, 1990–2020.....	112
Abbildung 42:	Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und in der Abfallverbrennung nach Energieträgern, 1990–2020.	113
Abbildung 43:	Komponentenzerlegung der CO ₂ -Emissionen aus der öffentlichen Strom- und Wärmeproduktion – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).....	114
Abbildung 44:	Treibhausgas- Emissionen und verarbeitete Menge Rohöl der Raffinerie, 1990–2020.....	116
Abbildung 45:	Trend der Roheisen- und Stahlproduktion sowie damit verbundene Treibhausgas-Emissionen, 1990–2020.....	117
Abbildung 46:	Komponentenzerlegung der CO ₂ -Emissionen aus der Eisen- und Stahlproduktion – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).....	118
Abbildung 47:	Energiebedingte Treibhausgas-Emissionen, Wertschöpfung und Brennstoffeinsatz der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion), 1990–2020.	119
Abbildung 48:	Verbrauch von Brennstoffen in der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion) in den Jahren 1990, 2005, 2019 und 2020.	120

Abbildung 49:	Komponentenzerlegung der CO ₂ -Emissionen aus der Sonstigen Industrie (ohne Eisen- und Stahlproduktion – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts)).....	122
Abbildung 50:	Zementproduktion (Produktionsmenge) und Treibhausgas-Emissionen aus der Mineralverarbeitenden Industrie (nur prozessbedingte Emissionen), 1990–2020.....	123
Abbildung 51:	Treibhausgas-Emissionen (prozessbedingt) der Chemischen Industrie, 1990–2020.	124
Abbildung 52:	Treibhausgas-Emissionen aus Sonstigen Quellen, 1990–2020.....	125
Abbildung 53:	Treibhausgas-Emissionen der Emissionshandelsanlagen 2005–2020 in der Abgrenzung ab 2013.	127
Abbildung 54:	Anteil der EH-Emissionen des Sektors Energie und Industrie im Jahr 2020 nach ausgewählten Sektoren.	127
Abbildung 55:	Treibhausgas-Emissionen der Emissionshandelsbetriebe in Österreich, 2005–2020.	128
Abbildung 56:	Änderung der Treibhausgas-Emissionen 2020 gegenüber 2019 nach ausgewählten Sektoren.....	129
Abbildung 57:	Vergleich Gratiszuteilung und Treibhausgas-Emissionen 2005–2020.....	130
Abbildung 58:	Treibhausgas-Emissionen der Nicht-EH-Anlagen des Sektors Energie und Industrie, 2005–2020.	132
Abbildung 59:	Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Verkehr, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.	135
Abbildung 60:	Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs mit und ohne Kraftstoffexport, 1990–2020.....	137
Abbildung 61:	Bestand alternativer Antriebe 2019–2021.	140
Abbildung 62:	Treibhausgas-Emissionen des Straßenverkehrs nach Fahrzeugkategorien, 1990–2020.	141
Abbildung 63:	Pkw-Neuzulassungen, 2000–2020.	142
Abbildung 64:	CO ₂ -Emissionen aus dem Personenverkehr (Pkw) und gefahrene Personenkilometer nach Treibstoffen (exklusive Kraftstoffexport), 1990–2020.....	143
Abbildung 65:	Pkw-Neuzulassungen nach Gewichtsklassen, 2020.	144
Abbildung 66:	Pkw-Neuzulassungen nach Leistungsklassen, 2020.....	145
Abbildung 67:	CO ₂ -Emissionen von Pkw-Neuzulassungen im Vergleich zu den EU-Grenzwerten.	146

Abbildung 68: Modal Split Verkehrsleistung im Personenverkehr Inland (exklusive Kraftstoffexport und internationaler Flugverkehr), 1990 und 2020.....	148
Abbildung 69: Komponentenzerlegung der CO ₂ -Emissionen aus dem Personenverkehr – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).....	149
Abbildung 70: CO ₂ -Emissionen von 2019 neu zugelassenen leichten Nutzfahrzeugen im Vergleich zu den EU-Grenzwerten.....	151
Abbildung 71: CO ₂ -Emissionen und Verkehrsleistung des Güterverkehrs in Österreich (exklusive Kraftstoffexport), 1990–2020.	152
Abbildung 72: Verkehrsleistung nach Transportträgern im Güterverkehr exklusive Kraftstoffexport, 1990–2020.....	152
Abbildung 73: Komponentenzerlegung der CO ₂ -Emissionen aus dem Güterverkehr – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).....	153
Abbildung 74: Treibhausgas-Emissionen des Flugverkehrs, 1990–2020.	155
Abbildung 75: Flugbewegungen national und international, 2000–2020.	155
Abbildung 76: Personenkilometer des Flugverkehrs 2000–2020.....	156
Abbildung 77: Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Gebäude, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.....	158
Abbildung 78: Treibhausgas-Emissionen des Sektors Gebäude im Vergleich zu den Heizgradtagen, 1990–2020.	160
Abbildung 79: Endenergieeinsatz im Sektor Gebäude.....	162
Abbildung 80: Nennleistungen jährlich neu installierter Stückholz-, Pellets- und Hackgut-Kessel, 1990–2020.	163
Abbildung 81: Nennleistungen jährlich neu installierter Photovoltaik-, Solarthermie- und Wärmepumpenanlagen, 1990–2020.	166
Abbildung 82: Energiepreise von fossilen Brennstoffen, Strom und Fernwärme (real) und reales verfügbares Nettoeinkommen der Privathaushalte, 1990–2020.	166
Abbildung 83: Energiepreise biogener Energieträger (real) und reales verfügbares Nettoeinkommen der der Privathaushalte, 1990–2020.....	167
Abbildung 84: Kurzfristige Entwicklung der Energiepreise von fossilen Brennstoffen, Strom und Fernwärme (real) auf Monatsbasis seit Jänner 2020.....	169

Abbildung 85:	Kurzfristige Entwicklung der Energiepreise biogener Energieträger (real) auf Monatsbasis seit Jänner 2020.	169
Abbildung 86:	Kohlenstoffdioxid-Emissionen aus Privathaushalten (stationäre und mobile Quellen) sowie Anzahl und Wohnnutzfläche der Hauptwohnsitze, 1990–2020.	170
Abbildung 87:	Sanierungsrate Hauptwohnsitze 2009–2020: Umfassende Sanierungsäquivalente (Anteil pro Jahr bezogen auf Hauptwohnsitze im Bestand).	177
Abbildung 88:	Komponentenzerlegung der CO ₂ -Emissionen aus den Privathaushalten aus der Bereitstellung von Wärme – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).....	179
Abbildung 89:	Treibhausgas-Emissionen des Sektors Landwirtschaft, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.	182
Abbildung 90:	Rinderbestand und verdauungsbedingte Methan-Emissionen aus Rindermägen, 1990–2020.	183
Abbildung 91:	Komponentenzerlegung der CH ₄ -Emissionen aus den Emissionen aus der landwirtschaftlichen Rinderhaltung – Gegenüberstellung 2020–1990 (links) und 2005–2020 (rechts).....	185
Abbildung 92:	Lachgas-Emissionen aus Stickstoffdüngung sowie Düngereinsatz, 1990–2020.	187
Abbildung 93:	Methan- und Lachgas-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger-Management sowie Rinder- und Schweinebestand, 1990–2020.....	188
Abbildung 94:	Treibhausgas-Emissionen stationärer Anlagen und mobiler Quellen der Land-und Forstwirtschaft, 1990–2020.	188
Abbildung 95:	Pro-Kopf-Verbrauch von Konsummilch und Fleisch (menschl. Verzehr), 2005–2020.	191
Abbildung 96:	Treibhausgas-Emissionen aus dem Sektor Abfallwirtschaft, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.	193
Abbildung 97:	Methan-Emissionen aus Deponien und jährlich deponierte Abfälle mit relevantem organischem Anteil, 1990–2020.	196
Abbildung 98:	Entwicklung der Deponiegaserfassung in Österreich, 1990–2020.	198
Abbildung 99:	Komponentenzerlegung der Methan-Emissionen aus Deponien – Gegenüberstellung 1990–2020 (links) und 2005–2020 (rechts).....	199

Abbildung 100: Menge der aerob und anaerob biologisch behandelten Abfälle, 1990–2020.....	201
Abbildung 101: Treibhausgas-Emissionen und Energieeinsatz der Abfallverbrennung, 1990–2020.....	202
Abbildung 102 Methan- und Lachgas-Emissionen aus der kommunalen und industriellen Abwasserbehandlung bzw. -entsorgung, 1990–2020.....	203
Abbildung 103: Treibhausgas-Emissionen des Sektors Fluorierte Gase, 1990–2020, und Ziel nach Klimaschutzgesetz.....	205
Abbildung 104: Emissionstrend nach Quellen von F-Gasen, 1990–2020.....	208
Abbildung 105: Treibhausgas-Senken aus dem Sektor LULUCF, 1990–2020...	209
Abbildung 106: Anteil der Flächen der Landnutzungskategorien im Jahr 2020.	211
Abbildung 107: Entwicklung der Flächen der Hauptlandnutzungskategorien in Österreich seit 1990.	212
Abbildung 108: Jährliche CO ₂ -Emissionen/-Senken im Wald je Kohlenstoffpool.....	213
Abbildung 109: CO ₂ -Emissionen/-Senken je Holzprodukte-Kategorie.	214
Abbildung 110: Jährliche CO ₂ -Emissionen/-Senken im Ackerland je Kohlenstoffpool.....	215
Abbildung 111: Jährliche CO ₂ - Emissionen/Senken im Grünland je Kohlenstoffpool.....	216
Abbildung 112: CO ₂ -Emissionen/-Senken im Siedlungsraum je Kohlenstoffpool.....	217
Abbildung 113: Nationales Inventursystem Österreich (NISA).....	250

6 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Emissionszuweisungen 2013–2020 (in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent) (Beschluss Nr. 2013/162/EU, Beschluss Nr. 2017/1471/EU, Durchführungsbeschluss Nr. 2013/634/EU).....	41
Tabelle 2:	Emissionszuweisungen 2021–2030 für Österreich (in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Durchführungsbeschluss (EU) 2020/2126), Anhang II).	48
Tabelle 3:	Jährliche Höchstmengen an Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren (in Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent) gemäß Anlage 2 des Klimaschutzgesetzes (BGBl. I Nr. 128/2015) und gemäß dem Beschluss der Kommission Nr. 2017/1471/EU.	56
Tabelle 4:	Energetischer Endverbrauch für die Szenarien WEM und WAM sowie Energiebilanz für 2015 in PJ (Quellen: Umweltbundesamt, 2021a, Statistik Austria, 2020.	63
Tabelle 5:	Anteil erneuerbarer Energieträger für das Szenario WEM und WAM sowie Energiebilanzen 1970–2015 (Quellen: Umweltbundesamt, 2021a, Statistik Austria, 2020.	63
Tabelle 6:	Treibhausgas-Emissionen nach Sektoreinteilung des Klimaschutzgesetzes für die Szenarien WEM und WAM für ausgewählte Jahre (Quelle: Umweltbundesamt, 2021a).....	65
Tabelle 7:	Treibhausgas-Emissionen 2005–2020 in der Einteilung der KSG-Sektoren für die Periode 2013–2020 ohne EH und Zielwert für 2020 nach KSG und EU ESD (in Mio. t CO ₂ -Äquivalent; Werte gerundet) (Quellen: Umweltbundesamt, 2022a, Klimaschutzgesetz).	82
Tabelle 8:	Einfluss der Faktoren Bruttoinlandsenergieverbrauch, Bruttoinlandsverbrauch fossile Energieträger und BIP auf die Treibhausgas-Emissionen in Österreich (Quellen: Umweltbundesamt, 2021a, Statistik Austria, 2021a, 2021b).....	86
Tabelle 9:	Hauptverursacher der Emissionen des Sektors Energie und Industrie inklusive Emissionshandel (in 1.000 t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	104
Tabelle 10:	Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken, Biomasseheiz(kraft)werken und in der Abfallverbrennung nach Energieträgern, 1990, 2005, 2019 und 2020 (in TJ) (Quelle: Statistik Austria, 2021a).....	113
Tabelle 11:	Verbrauch von Brennstoffen der Verursacherguppe Sonstige Industrie (ohne Eisen- und Stahlerzeugung) in den Jahren 1990, 2005, 2019 und 2020 (in TJ) (Quellen: Umweltbundesamt, 2022a, Statistik Austria, 2021a).	121

Tabelle 12: Hauptverursacher der Treibhausgas-Emissionen des Verkehrssektors (in 1.000 t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	136
Tabelle 13: Einsatz von Biokraftstoffmengen gemäß Kraftstoffverordnung und eingesparte Treibhausgas-Emissionen im Verkehrssektor durch den Einsatz von Biokraftstoffen 2005–2020 (Quelle: BMK, 2021a).	138
Tabelle 14: Treibhausgas-Emissionen aus dem Straßenverkehr nach Fahrzeugkategorien ohne CO ₂ aus FAME (in 1.000 t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	141
Tabelle 15: Hauptverursacher der Emissionen des Sektors Gebäude (in 1.000 t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	159
Tabelle 16: Endenergieeinsatz im Sektor Gebäude (in TJ) (Quellen: Umweltbundesamt, 2022a, Statistik Austria, 2021c).	161
Tabelle 17: Gesamtanzahl der von thermisch-energetischen Einzelmaßnahmen betroffenen Hauptwohnsitz-Wohnungen und mittlere Erneuerungsrate pro Jahr (Quellen: Statistik Austria, 2004, 2019, 2021g).	175
Tabelle 18: Gesamtanzahl der von thermisch-energetischen Kombinationsmaßnahmen betroffenen Hauptwohnsitz-Wohnungen und mittlere Erneuerungsrate pro Jahr (Quellen: Statistik Austria, 2004, 2019, 2021g).	176
Tabelle 19: Hauptverursacher der Treibhausgas-Emissionen im Sektor Landwirtschaft (in 1.000 t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	183
Tabelle 20: Selbstversorgungsgrad von verschiedenen Fleischarten in Österreich in Schlachtgewicht in Tonnen für das Jahr 2020 (Statistik Austria, 2021i).	190
Tabelle 21: Hauptverursacher der Emissionen des Abfallwirtschaftssektors (in 1.000 t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	194
Tabelle 22: Hauptursachen der Emissionen und Senken des Sektors LULUCF (in Mio t CO ₂ -Äquivalent) (Quelle: Umweltbundesamt, 2022a).	210
Tabelle 23: Jährlicher Prozess zur Erstellung und Überarbeitung der Treibhausgas-Inventur (Umweltbundesamt).	251

ANHANG 1 – ERSTELLUNG DER INVENTUR

Rechtliche Basis

Internationale Berichtspflichten

**jährliche
Treibhausgas-
Inventuren**

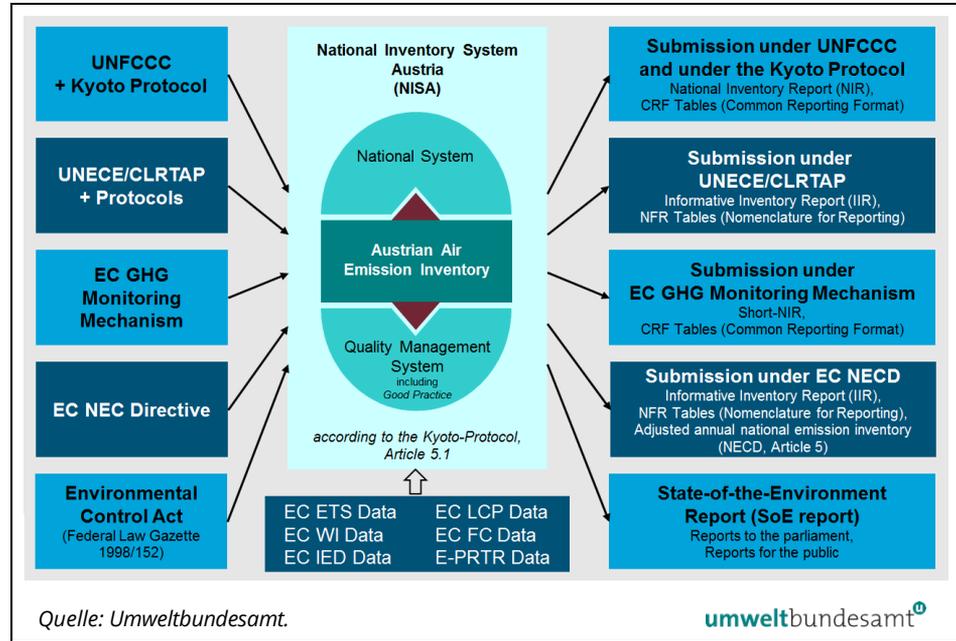
Als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention ist Österreich dazu verpflichtet, jährlich Inventuren zu den nationalen Treibhausgas-Emissionen zu erstellen und zu übermitteln und zu veröffentlichen. Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ergaben sich weitergehende Verpflichtungen hinsichtlich 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. Das Umweltbundesamt ist als weltweit einzige Stelle für die Erstellung der nationalen Luftschadstoff-Inventur akkreditiert.⁸⁶

⁸⁶ 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 im aktuellen Bescheid angeführte Akkreditierungsumfang ist unter <https://akkreditierung-austria.gv.at> einsehbar.

Abbildung 113:
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 Expert:innen (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.⁸⁷

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-

⁸⁷ 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.

Inventur auch die Prüfung des nationalen Inventursystems und des Emissionshandelsregisters auf ihre Erfüllung der Anforderungen unter dem Kyoto-Protokoll 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 unter der UNFCCC findet voraussichtlich im September 2022 statt.

Zusätzlich erfolgt seit dem Berichtsjahr 2015 jährlich eine Prüfung der Treibhausgas-Inventur durch technische Expert:innen 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 jedes 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
Überarbeitung der
Treibhausgas-Inventur
(Umweltbundesamt).*

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

	<ul style="list-style-type: none"> • Stufe 2: Synthesis and Assessment • Stufe 3: Individual Review
bis 15. Januar (<i>Jahr n + 1</i>)	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 „Austria’s National Inventory Report 2022“ (Umweltbundesamt, 2022a) 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 Mean Divisia Index)-Methode der Komponentenerlegung verwendet. Sie wird in der Bewertung von Trends über Energie und Emissionen häufig angewandt, u. a. auch in Berichten von ICF, International Energy Agency, European Environment Agency (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 „t_n“, dabei beschreibt „t₀“ das Basisjahr und „t_n“ 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 „t_n“:

$$\Delta E = E_{t_n} - E_{t_0} = \Delta E_{KI} + \Delta E_{BM} + \Delta E_{BI} + \Delta E_{EI} + \Delta E_{BK} + \Delta E_{BV}$$

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) ⁸⁸
CRF 1.A.2	Pyrogene Emissionen in der Industrie
CRF 1.A.3.e.i	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.i	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) ⁸⁸
Fluorierte Gase:	
CRF 2	Industrielle Prozesse (HFC, PFC, SF ₆ , NF ₃)

CRF ... Common Reporting Format

⁸⁸ 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 1990–2020

Emissionen gemäß Treibhausgas-Inventur (OLI)																	
Mio. Tonnen CO ₂ -Äquivalent	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2019–2020	1990–2020
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	36,4	34,0	35,0	32,4	-7,6 %	-11,1 %
Energie und Industrie (exklusive Emissionshandel)*				5,8	6,4	6,2	6,3	6,0	5,6	5,6	5,7	5,9	5,6	5,5	5,3	-2,7 %	
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	27,0	-8,6 %	
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	20,7	-13,6 %	+50,7 %
Verkehr (exklusive nationaler Flugverkehr)*				24,6	22,1	21,3	21,3	22,3	21,7	22,1	23,0	23,7	23,9	24,0	20,7	-13,5 %	
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	8,0	-0,4 %	-37,5 %
Landwirtschaft*	9,5	9,0	8,6	8,1	7,9	8,0	7,9	7,9	8,1	8,1	8,3	8,1	8,0	8,0	7,9	-0,2 %	-16,3 %
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	-2,8 %	-46,5 %
Fluorierte Gase (inklusive NF ₃)	1,7	1,5	1,4	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	-4,4 %	+35,1 %
Fluorierte Gase (exklusive NF ₃)*				1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	-4,3 %	
Treibhausgase nach KSG				56,2	51,4	49,3	49,0	49,9	48,1	48,9	50,4	51,2	50,1	50,1	46,5	-7,2 %	
Gesamte Treibhausgase	78,4	79,3	80,1	92,0	84,2	82,0	79,3	79,8	76,2	78,5	79,5	81,8	78,6	79,7	73,6	-7,7 %	-6,2 %

* Sektoreinteilung nach Klimaschutzgesetz (KSG)

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

Datenstand: 15. März 2022. Die aktuellen Emissionsdaten können von bisher publizierten Zeitreihen abweichen.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

office@umweltbundesamt.at
www.umweltbundesamt.at

Im Jahr 2020 wurden in Österreich rd. 73,6 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent emittiert. Damit lagen die Treibhausgas-Emissionen um rd. 6,2 % unter dem Wert von 1990. Im Vergleich zum Jahr 2019 ist dies ein Rückgang von 7,7 %. Das Jahr 2020 war von der globalen Corona-Pandemie geprägt, was einen deutlichen Rückgang der Emissionen aus dem Verkehrssektor, aus der Energiebereitstellung und aus der Industrie zur Folge hatte. Insgesamt emittierten die Wirtschaftssektoren, die nicht dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, im Jahr 2020 rd. 46,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent. Die Emissionen lagen damit um 1,2 Mio. Tonnen unter der Höchstmenge für 2020.

Mit den aktuellen Zahlen liegen Daten über die gesamte Zielperiode 2013–2020 vor. Durch die Unterschreitung der Zielwerte in den Jahren 2013–2016 und im Jahr 2020 wurden die Vorgaben für die gesamte Periode erreicht.